



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina Veterinaria

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

**Anatomía macroscópica de las arterias y venas del
timo durante la etapa fetal en la alpaca (Vicugna
pacos)**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

AUTOR

Rafael Gregorio MELGAREJO HUAMANZANA

ASESOR

Alexander Humberto CHÁVEZ REÁTEGUI

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Melgarejo, R. Anatomía macroscópica de las arterias y venas del timo durante la etapa fetal en la alpaca (*Vicugna pacos*) [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria; 2018.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

CODIGO ORCID DEL AUTOR: No presenta

CODIGO ORCID DEL ASESOR: 0000 – 0003 – 4776 – 5679

DNI DEL AUTOR: 70745576

GRUPO DE INVESTIGACIÓN: Anatomía Veterinaria (ANATOVET)

INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA INVESTIGACIÓN:

Convenio de financiamiento N° 025 – 2016 – FONDECYT

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLO LA INVESTIGACIÓN:

- Camal Municipal de Huancavelica
 - Distrito: Huancavelica
 - Provincia: Huancavelica
 - Región: Huancavelica
 - Altitud: 3660 msnm.
- Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna silvestre, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 - Distrito: San Borja
 - Provincia: Lima Metropolitana
 - Región: Lima
 - Altitud: 170 msnm

AÑO O RANGO DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCO: 2017 – 2018



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Medicina Veterinaria
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO

En el Auditorio Principal de la Facultad de Medicina Veterinaria, el **lunes 18 de diciembre de 2018**, a las **10:00** horas, se constituyó el Jurado Examinador designado mediante Resolución Directoral N° 0268-EPMV/FMV-2018, integrado por los siguientes profesores:

MV. Dr. Alexei Vicent Santiani Acosta	Presidente del Jurado
MV. Alexander Humberto Chávez Reátegui	Asesor de la Tesis
MV. Mg. Miluska Beatriz Navarrete Zamora	Miembro del Jurado
MV. Mg. María Elith Vásquez Cachay	Miembro del Jurado

Luego de la instalación del Jurado, a cargo del Presidente del Jurado y bajo la dirección del mismo, el Bachiller Don: **MELGAREJO HUAMANZANA, RAFAEL GREGORIO** para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, procedió a sustentar públicamente la Tesis:

“ANATOMÍA MACROSCÓPICA DE LAS ARTERIAS Y VENAS DEL TIMO DURANTE LA ETAPA FETAL EN LA ALPACA (*Vicugna pacos*)”,

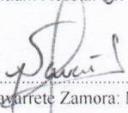
Luego de absolver las preguntas del Jurado y del público asistente, el Jurado deliberó con la abstención reglamentaria del Asesor de la Tesis y acordó su **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD**, otorgándole la nota de dieciocho (18).

Habiéndose aprobado la sustentación pública de la Tesis, el Presidente en representación del Jurado recomienda que la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria proponga la aprobación del **TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO** a la Facultad de Medicina Veterinaria y que ésta proponga al Rectorado el otorgamiento respectivo.

Siendo las **11:32 horas**, concluyó el acto académico de sustentación pública de Tesis en fe de lo cual suscriben la presente acta por cuadruplicado los integrantes del Jurado:


.....
Alexei Vicent Santiani Acosta: Dr. Prof. Asociado T.P.


.....
Alexander Humberto Chávez Reátegui MV. Prof. Auxiliar T.C.


.....
Miluska Beatriz Navarrete Zamora: Mg. Prof. Asociado T.C.


.....
María Elith Vásquez Cachay: Mg. Prof. Asociado D.E.

Dedicatorias

A mi madre y a mi hermano.

A mi familia.

Gracias por su amor y apoyo incondicional.

Y a mi abuelita Nicolasa.

Agradecimientos

Al Convenio 025 – 2016 – FONDECYT “Círculo de investigación en la morfogénesis de los órganos linfoides e inmunitarios de la alpaca (*Vicugna pacos*)” por el financiamiento del presente trabajo.

A los docentes:

Alberto Sato, Alexander Chávez, Miluska Navarrete, William Barrios, Francisco Santos.

Gracias por su confianza y sugerencias brindadas desde inicio a fin en el desarrollo teórico y práctico del presente trabajo.

Al Sr. Vicente por su amistad y ayuda en la búsqueda de información para el desarrollo del presente trabajo y durante mis estudios de pregrado.

Muchas gracias.

A Juli, Lesly, Tati, Kenyi, Jhonatan por su amistad y apoyo en tantos momentos vividos.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
APÉNDICE	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1. Timo	2
2.1.1. Función	2
2.1.2. Características	2
2.1.3. Localización	3
2.1.4. Estructura	4
2.1.5. Anatomía macroscópica arterial	4
2.1.6. Anatomía macroscópica venosa	5
2.2. Vascularización del cuello y porción craneal del tórax	6
2.2.1. Vascularización arterial	6
2.2.1.1. Bovino	6
2.2.1.2. Equino	7
2.2.1.3. Porcino	7
2.2.1.4. Camélido sudamericano	8
2.2.2. Vascularización venosa	8
2.2.2.1. Bovino, equino, porcino	8
2.2.2.2. Camélido sudamericano	9
2.3. Repleción vascular	9
III. MATERIALES Y METODOS	10
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES	36
VIII. LITERATURA CITADA	37

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Identificación, peso, medida del diámetro biparietal (DBP), y edad gestacional en días y meses de fetos de alpaca.	12

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Características y partes del timo en los animales domésticos.	3
Figura 2: Medición del diámetro biparietal (DBP) en un feto de alpaca.	11
Figura 3: Disección del cordón umbilical en un feto de alpaca de 269 días de edad gestacional.	13
Figura 4: Ejecución de la técnica anatómica de repleción vascular en un feto de alpaca.	14
Figura 5: Inyección de una mezcla compuesta por la combinación de acrílicos y tinta china roja por una arteria umbilical en un feto de alpaca.	14
Figura 6: Incisión de la piel del área cervical y torácica en un feto de alpaca de 278 días de edad gestacional.	15
Figura 7: Arterias y venas del timo cervical de un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional.	16
Figura 8: Incisión de las costillas en la unión condrocostal en un feto de alpaca de 278 días de edad gestacional.	17
Figura 9: Arterias y venas del timo torácico de un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional.	17
Figura 10: Timo cervical de un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional.	19
Figura 11: Timo intermedio y timo torácico de un feto de alpaca de 269 días de edad gestacional.	20
Figura 12: Ramas arteriales tímicas procedentes de la arteria carótida común derecha en un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional.	21
Figura 13: Ramas arteriales tímicas procedentes de la arteria carótida común derecha en un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional.	21
Figura 14: Ramas arteriales tímicas procedentes de la arteria carótida común izquierda en un feto de alpaca de 115 días de edad gestacional.	22
Figura 15: Ramas arteriales tímicas procedentes de la arteria tiroidea craneal derecha, arteria tiroidea caudal derecha y arteria carótida común derecha en un feto de alpaca de 230 días de edad gestacional.	23
Figura 16: Ramas arteriales tímicas procedentes del tronco braquiocefálico, arteria subclavia izquierda y arco aórtico en un feto de alpaca de 247 días de edad gestacional.	24

Figura 17: Esquema de las arterias del timo en fetos de alpaca con edades gestacionales comprendidas entre 107 y 278 días.	25
Figura 18: Ramas venosas tímicas procedentes de la vena yugular externa izquierda y vena yugular externa derecha en un feto de alpaca de 115 días de edad gestacional.	26
Figura 19: Ramas venosas tímicas procedentes de la vena yugular externa izquierda y vena yugular externa derecha en un feto de alpaca de 278 días de edad gestacional.	27
Figura 20: Ramas venosas tímicas procedentes de la vena cava craneal en un feto de alpaca de 269 días de edad gestacional	28
Figura 21: Ramas venosas tímicas procedentes de la vena costocervical izquierda en un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional.	29
Figura 22: Esquema de las venas del timo en fetos de alpaca con edades gestacionales comprendidas entre 107 y 278 días.	30
Figura 23: Características y partes del timo en los animales domésticos y en fetos de alpaca con edades gestacionales comprendidas entre 107 y 278 días.	31

APÉNDICE

	Página
ANEXO 1:PROTOCOLO DE LA TECNICA ANATÓMICA DE REPLECIÓN VASCULAR	41

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue conocer la anatomía macroscópica arterial y venosa del timo en fetos de alpaca. Se emplearon 10 fetos de alpaca con edades gestacionales comprendidas entre 107 y 278 días obtenidos en el Camal Municipal de Huancavelica, y fueron procesados para realizar la técnica anatómica de repleción vascular en el Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre FMV – UNMSM. A cada feto se le inyectó dentro de una arteria umbilical canulada una solución acuosa de resina acrílica y tinta china roja, y dentro de una vena umbilical canulada, otra solución acuosa de resina acrílica y tinta china azul, fueron conservados en formol al 10% mientras la resina se solidifica y posteriormente cada feto fue diseccionado. El timo estaba formado por timo cervical craneal derecho, timo cervical craneal izquierdo, timo cervical caudal, timo intermedio, y timo torácico. Se observó que las arterias carótidas comunes derecha e izquierda, las arterias tiroideas craneales derecha e izquierda, y las arterias tiroideas caudales derecha e izquierda emitieron ramas arteriales hacia los timos cervicales, mientras que el arco aórtico, el tronco braquiocefálico, y la arteria subclavia izquierda emitieron ramas arteriales hacia el timo torácico. También se observó que las venas yugulares externas derecha e izquierda emitieron ramas venosas hacia los timos cervicales, y la vena cava craneal y vena costocervical izquierda emitieron ramas venosas hacia el timo torácico. Ningún vaso sanguíneo emitió ramas arteriales y ramas venosas hacia el timo torácico.

Palabras clave: Anatomía macroscópica, timo, feto, alpaca, repleción vascular, ramas arteriales, ramas venosas.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the arterial and venous macroscopic anatomy of the alpaca foetuses thymus. Ten alpaca foetuses with gestational ages between 107 and 278 days were obtained in the Municipal Slaughterhouse of Huancavelica, and were processed to perform the anatomical technique of vascular repletion in in the Laboratory of Animal Anatomy and Wildlife FMV-UNMSM. Each foetus was injected into a cannulated umbilical artery with an aqueous solution of acrylic resin and red Chinese ink, and inside a cannulated umbilical vein, another aqueous solution of acrylic resin and blue Chinese ink, were preserved in 10% formaldehyde while the resin solidified and subsequently each foetus was dissected. The thymus was formed by right cranial cervical thymus, left cranial cervical thymus, caudal cervical thymus, intermediate thymus, and thoracic thymus. It was observed that the right and left common carotid arteries, the right and left cranial thyroid arteries, and the right and left caudal thyroid arteries emitted arterial branches towards the cervical thymuses, while the aortic arch, the brachiocephalic trunk, and the left subclavian artery emitted arterial branches towards the thoracic thymus. It was also observed that the right and left external jugular veins emitted venous branches towards the cervical thymuses, and the cranial vena cava and left costocervical vein emitted venous branches towards the thoracic thymus. None of the blood vessels emitted arterial branches and venous branches towards the thoracic thymus.

Key words: Macroscopic anatomy, thymus, foetuses, alpaca, vascular repletion, arterial branches, venous branches.

I. INTRODUCCIÓN

La población de alpacas en nuestro país es de 3.6 millones según el IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2013). Esta población está concentrada mayoritariamente en las zonas alto andinas donde su crianza constituye como la principal actividad productiva y económica de centenares de familias en situación de pobreza y extrema pobreza; siendo fuente de fibra y carne de excelente calidad (Brenes *et al*, 2001; Pezo, 2010; Pinto *et al*, 2010).

Para que esta población se mantenga al alza, la supervivencia de crías de alpaca y el manejo de la gestante y neonato deben ser el hito más importante de la producción alpaquera, lo cual es toda una problemática debido a la variable tasa de mortalidad de crías de alpacas (Brenes *et al*, 2001; Fernández, 2005). La enterotoxemia, la diarrea neonatal, los procesos respiratorios agudos y las septicemias son las enfermedades infecciosas más frecuentes que producen mayor casuística de mortalidad en crías de camélidos sudamericanos (Martín *et al*, 2010; Rosadio, 2010).

La respuesta inmune se desarrolla por la interacción de un individuo frente a diversos agentes patógenos, siendo establecida por los órganos linfoides. El timo es el primer órgano linfoide funcional en neonatos, encargándose de la producción, diferenciación, maduración y liberación de linfocitos T, siendo necesario la inmigración de células madre linfoides (provenientes del saco vitelino, hígado embrionario o médula ósea) a través de las arterias y la emigración de linfocitos T maduros por las venas (Valentich y Serra, 2008; Tizard, 2013; Junqueira y Carneiro, 2015; Kierszenbaum y Tres, 2015).

La realización de estudios macroscópicos y microscópicos del timo nos permitirá comprender su fisiología. Dentro de los estudios macroscópicos es de suma importancia conocer el patrón del sistema vascular de este órgano. La anatomía macroscópica de las arterias del timo está muy bien documentada en fetos de diferentes especies de mamíferos domésticos, sin embargo esta documentación es escasa en los camélidos sudamericanos. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es determinar la anatomía macroscópica de las arterias y venas del timo durante la etapa fetal en la alpaca.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Timo

Órgano linfoide primario de naturaleza linfoepitelial de gran importancia y funcional en neonatos y animales jóvenes en crecimiento; es el primer órgano linfoide primario en formarse a partir de la tercera bolsa faríngea durante la etapa embrionaria (Vega, 1995; Carrasco *et al*, 2004; Dyce *et al*, 2012); puede estar presente en animales adultos pero no es funcional debido a que el órgano sufre involución en la pubertad (Junqueira y Carneiro, 2015).

2.1.1. Función

El timo se encarga de atraer a los precursores de los linfocitos T para su selección o eliminación, nutrición, diferenciación, maduración, y producción de sus receptores de antígenos, obteniéndose a los linfocitos T, células inmunitarias completamente funcionales, quienes entrarán en circulación sanguínea y colonizarán a los órganos linfoides secundarios. Los precursores de los linfocitos T son originados a partir de células progenitoras hematopoyéticas migratorias provenientes del saco vitelino y/o hígado embrionario y posteriormente de la médula ósea (Brown y Dellmann, 1980; Vega, 1995; Banks, 1996; Valentich y Serra, 2008).

2.1.2. Características

Órgano grande y lobulado (Dyce *et al*, 2012; Climent *et al*, 2013b) (figura 1). Su color va del gris-rojo a gris-rojizo en fetos y recién nacidos, el cual va perdiendo intensidad con el tiempo, en terneros tiene una coloración amarilla rosácea; de consistencia blanda y elástica, siendo más consistente en unas semanas (Schwarze, 1981; Getty, 1982). Su superficie denota la estructura lobular del parénquima y es por lo tanto granulada (Climent *et al*, 2013b) (figura 1). En algunas especies, al corte y en su superficie, los lobulillos del timo segregan un líquido blanco-grisáceo pegajoso, siendo más común en el ternero (Schwarze, 1981).

El tamaño y peso está relacionado a su desarrollo e involución fisiológica (Vega, 1995; Dyce *et al*, 2012). A su vez se sabe que las hembras, las hembras a primer celo y machos castrados presentan un timo de mayor peso respecto a los machos, hembras preñadas y machos enteros respectivamente (Schwarze, 1981).

Su desarrollo y formación varía entre las especies mamíferas domésticas (Schwarze, 1981; Climent *et al*, 2013b) (figura 1). Un máximo desarrollo del timo se presenta en los rumiantes y suidos en crecimiento, debido a que este órgano está formado por el timo cervical o lóbulos cervicales derecho e izquierdo, timo intermedio o lóbulo intermedio o istmo, y por el timo torácico o lóbulo

torácico, el cual es muy grande y de amplia distribución (Schwarze, 1981; Getty, 1982; Dyce *et al*, 2012; Climent *et al*, 2013b). Los équidos y carnívoros presentan el lóbulo torácico y una porción cervical de mínimo tamaño (Schwarze, 1981; Climent *et al*, 2013b), los cobayos presentan únicamente los dos lóbulos cervicales (Climent *et al*, 2013b).

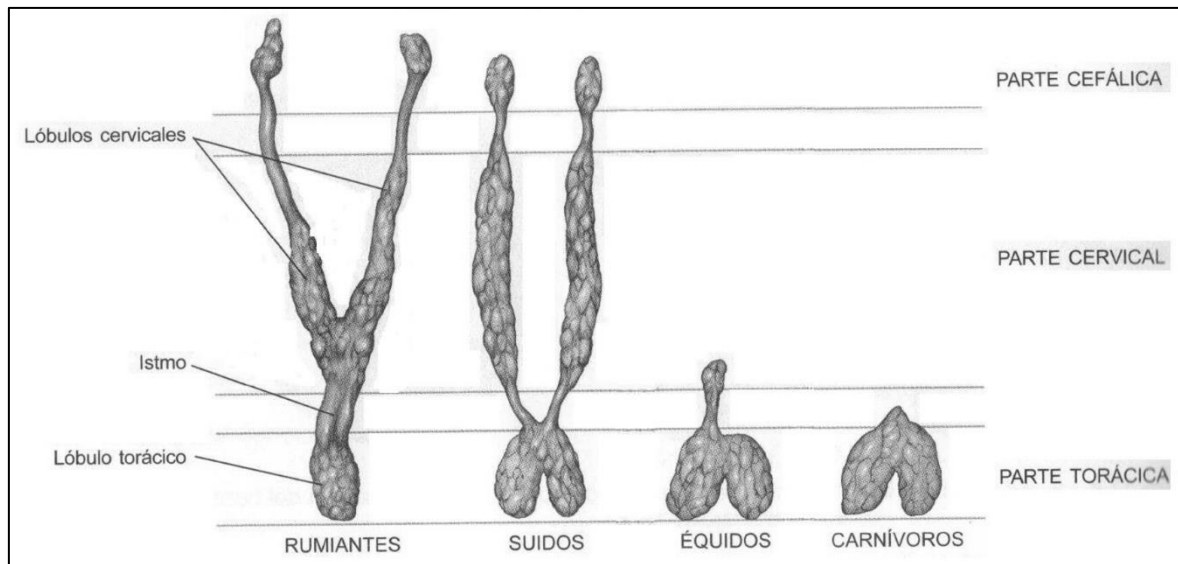


Figura 1: Características y partes del timo en los animales domésticos (Climent *et al*, 2013b). Vista ventral.

Los fetos de alpaca presentan los lóbulos cervicales de color crema blanquecino y de una forma larga y aplanada dispuesto en “Y”, siendo el timo cervical derecho la mitad del tamaño del lado izquierdo. El lóbulo torácico tiene una morfología piriforme de consistencia más firme pero a su vez friable, de apariencia lobular, de aspecto brillante y de coloración blanco nacarado (Montenegro, 2006).

2.1.3. Localización

En los bóvidos, los lóbulos cervicales se sitúan desde la laringe, a la altura de la base del cráneo, ocupando toda la región cervical situándose ventrolateral a la tráquea, teniendo de referencia para su ubicación a los músculos rectos del cuello. El lóbulo intermedio se encuentra a la entrada del pecho. Y el timo torácico está situado generalmente en la mayor parte de los casos a la izquierda de la tráquea y esófago, en el mediastino craneal ventral, en su máximo desarrollo este lóbulo se extiende hasta la cara craneal del pericardio y al origen del tronco pulmonar y arco aórtico (Schwarze, 1981; Getty, 1982; Noden y De Lahunta, 1990; Dyce *et al*, 2012; Climent *et al*, 2013b).

En fetos de alpacas el timo se distribuye desde el arco mandibular hasta el mediastino anterior izquierdo. Los lóbulos cervicales craneales están ubicados lateralmente a la tráquea y a su vez el lóbulo cervical craneal izquierdo se relaciona con el esófago. En el tercio caudal de la región cervical los dos lóbulos cervicales craneales se unen para formar una estructura común que llegará hasta el mediastino. El timo torácico se ubica en el mediastino anterior situándose craneal a los atrios del corazón (Montenegro, 2006).

2.1.4. Estructura

El timo, independiente de la cantidad de lóbulos que presente y de su localización, está envuelto por una delgada cápsula de tejido conectivo denso. Dicha cápsula emite finos septos o tabiques hacia el interior del órgano con lo cual el parénquima se divide en numerosos lobulillos incompletos oseudolobulillos que adquieren una forma poliédrica y rectangular (Banks, 1996; Carrasco *et al*, 2004; Gartner y Hiatt, 2015). Por los tabiques se da la penetración de los vasos sanguíneos (Brown y Dellman, 1980).

El parénquima se divide, lo cual es notorio debido al uso de colorantes para el estudio histológico, en una corteza externa y una médula interna o central. Las dos porciones presentan los mismos tipos celulares en diferentes proporciones, siendo estos los timocitos en variados estadios de maduración y las células reticuloepiteliales (Vega, 1995; Carrasco *et al*, 2004).

La corteza externa presenta una tinción muy intensa debido a su composición celular compuesta por números timocitos pequeños en maduración que se encuentran densamente empaquetados, además están presentes en menor población linfoblastos, células reticuloepiteliales y macrófagos (Vega, 1995; Gartner y Hiatt, 2015).

La médula interna presenta una tinción pálida debido a su composición celular compuesta por numerosas células reticuloepiteliales que tienen un núcleo grande y poco teñido, citoplasma eosinófilo y una membrana basal prominente, que están dispuestos en forma de láminas concéntricas conformando así a los corpúsculos de Hassall. En menor población están presentes células dendríticas, macrófagos y timocitos totalmente inmunocompetentes (Carrasco *et al*, 2004; Valentich y Serra, 2008; Young *et al*, 2014).

2.1.5. Anatomía macroscópica arterial

La irrigación del timo dependerá de la localización de sus lóbulos y la proximidad que presente a los diversos vasos sanguíneos arteriales.

Diversos vasos sanguíneos arteriales emiten ramas hacia el timo cervical en neonatos y fetos de bovinos, búfalos, caprinos, equinos, y porcinos. Los principales vasos sanguíneos son:

- Arteria carótida común derecha e izquierda (Getty, 1982; Machado *et al*, 1991; Bombonato *et al*, 2001; Machado *et al*, 2001; Garcia *et al*, 2012),
- Arteria tiroidea craneal derecha e izquierda (Bombonato *et al*, 1986; Bombonato *et al*, 2001; Silva *et al*, 2007),
- Arteria tiroidea caudal derecha e izquierda (Bombonato *et al*, 2001; Silva *et al*, 2007), y
- Arteria torácica externa (Bombonato *et al*, 1986; Machado *et al*, 1991; Machado *et al*, 2001; Garcia *et al*, 2012).

De igual manera, en neonatos y en fetos de las mismas especies de mamíferos herbívoros domésticos, diversos vasos sanguíneos arteriales emiten ramas hacia el timo torácico. Los principales vasos sanguíneos son:

- Tronco braquiocefálico (Bombonato *et al*, 1986; Machado *et al*, 1991; Silva *et al*, 1999; Bombonato *et al*, 2001; Machado *et al*, 2001),
- Arteria torácica interna izquierda (Getty, 1982; Gloobe, 1989; Machado *et al*, 1991; Drummond *et al*, 2000; Bombonato *et al*, 2001; Machado *et al*, 2001; I.C.V.G.A.N., 2017), y
- Arteria subclavia izquierda (Schwarze, 1981; Silva y Bombonato, 1990; Machado *et al*, 1991; Silva *et al*, 2007).

En la alpaca adulta, el arco aórtico o la arteria torácica interna emiten una rama hacia el timo (López, 1972).

2.1.6. Anatomía macroscópica venosa

El drenaje del timo en el cabrito, ternero, potro y lechón dependerá de la localización de sus lóbulos y la proximidad que presente a los distintos vasos sanguíneos venosos. Es así que la vena yugular externa derecha e izquierda emiten ramas hacia el timo cervical; la vena cava craneal emite ramas hacia el timo torácico, y la vena torácica interna durante su recorrido emite a las venas tímicas que también se dirigen al timo torácico (Schwarze, 1981; Getty, 1982; I.C.V.G.A.N., 2017).

2.2. Vascularización del cuello y porción craneal del tórax

2.2.1. Vascularización arterial

Los vasos sanguíneos que se encargan de irrigar el cuello y la porción craneal del tórax proceden de la aorta o de los grandes troncos arteriales que nacen de esta última. La aorta inicia su recorrido a partir de las válvulas aórticas en el ventrículo izquierdo del corazón (Shively, 1987; Köning y Liebich, 2004; Climent *et al*, 2013a).

La primera porción de la aorta es la aorta ascendente que viaja cranealmente, de este vaso proceden las arterias coronarias derecha e izquierda. Luego sigue el arco aórtico con una curvatura de 180° hacia la izquierda que va de ventral-craneal a dorsal-caudal, aquí nacen los principales vasos que irrigan la cabeza, cuello, porción craneal de la cavidad torácica, y miembros torácicos. Continúa caudalmente como aorta torácica (Getty, 1982; Shively, 1987; Köning y Liebich, 2004; Dyce *et al*, 2012).

2.2.1.1. Bovino

El arco aórtico emite hacia craneal-dorsal únicamente al tronco braquiocefálico. En el recorrido del tronco braquiocefálico primero se origina la arteria subclavia izquierda, y posteriormente concluye ramificándose en la arteria subclavia derecha y tronco bicarotídeo (Getty, 1982; Shively, 1987; I.C.V.G.A.N., 2017).

Las arterias subclavias en su recorrido proporciona primero al tronco costocervical y luego emite a la arteria cervical superficial y arteria torácica interna. Las arterias subclavias continúan como arteria axilar una vez que salen de la cavidad torácica (Getty, 1982; Shively, 1987; I.C.V.G.A.N., 2017). La arteria torácica interna emite una rama tímica (I.C.V.G.A.N., 2017).

El tronco costocervical se ramifica en la arteria escapular dorsal, arteria intercostal suprema, arteria cervical profunda, y arteria vertebral, que es la continuación directa del principal vaso (Getty, 1982; Shively, 1987; I.C.V.G.A.N., 2017).

Cerca de la abertura torácica el tronco bicarotídeo se divide en las arterias carótidas común derecha e izquierda. Asciende por el cuello dentro de la vaina carotídea junto con la vena yugular interna y el tronco vago simpático. Las dos arterias originan a una pequeña e inconstante arteria tiroidea caudal y a la arteria tiroidea craneal, esta última se ramifica en rama faríngea, rama muscular, y rama laríngea caudal. Las arterias carótidas comunes terminan ramificándose en arteria carótida externa, arteria occipital, y arteria carótida interna (Getty, 1982; Shively, 1987; I.C.V.G.A.N., 2017).

2.2.1.2. Equino

El arco aórtico emite hacia craneal-dorsal únicamente al tronco braquiocefálico. En el recorrido del tronco braquiocefálico primero se origina la arteria subclavia izquierda, y posteriormente concluye ramificándose en la arteria subclavia derecha y tronco bicarotídeo (Getty, 1982; Shively, 1987; I.C.V.G.A.N., 2017).

Las arterias subclavias en su recorrido emiten en el orden siguiente empezando por el tronco costocervical, para continuar con la arteria cervical profunda y luego la arteria vertebral; por último emite hacia ventral a la arteria torácica interna y hacia dorsal a la arteria cervical superficial. Las arterias subclavias continúan como arteria axilar una vez que salen de la cavidad torácica (Getty, 1982; Shively, 1987; I.C.V.G.A.N., 2017). La arteria torácica interna emite una rama tímica (I.C.V.G.A.N., 2017).

El tronco costocervical se ramifica en la arteria escapular dorsal y arteria intercostal suprema (Shively, 1987).

Cerca de la abertura torácica el tronco bicarotídeo se divide en las arterias carótidas común derecha e izquierda. Las dos arterias en su recorrido originan las siguientes ramas colaterales: ramas musculares que irrigan músculos ventrales del cuello, ramas esofágica y traqueal, arteria parotídea, arteria tiroidea craneal, arteria faríngea ascendente, arteria tiroidea distal. Las arterias carótidas comunes terminan ramificándose en arteria carótida externa, arteria carótida interna y arteria occipital (Getty, 1982).

2.2.1.3. Porcino

El arco aórtico emite el tronco braquiocefálico y la arteria subclavia izquierda, cada uno de origen independiente. El recorrido del tronco braquiocefálico concluye ramificándose en la arteria subclavia derecha y en el tronco bicarotídeo (Getty, 1982; Shively, 1987; I.C.V.G.A.N., 2017).

Las arterias subclavias en su recorrido se ramifican proporcionando el tronco costocervical, la arteria escapular dorsal, la arteria vertebral, la arteria cervical superficial, y la arteria torácica interna; posteriormente las arterias subclavias continúan como arteria axilar una vez que salen de la cavidad torácica (Getty, 1982). La arteria torácica interna emite una rama tímica (I.C.V.G.A.N., 2017).

Cerca de la abertura torácica el tronco bicarotídeo se divide en las arterias carótidas común derecha e izquierda. Ascende por el cuello dentro de la vaina carotídea junto con la vena yugular interna y el tronco vago simpático. Las dos arterias originan en su recorrido a la arteria tiroidea

craneal y arteria laríngea craneal, y terminan ramificándose en arteria carótida externa, arteria occipital, y arteria carótida interna (Getty, 1982).

2.2.1.4. Camélido sudamericano

La superficie craneal del arco aórtico emite a las arterias braquiocefálica y subclavia izquierda, cada uno de origen independiente o pueden originarse en conjunto a partir de la ramificación del tronco braquiocefálico común; además de la superficie izquierda del arco aórtico se origina una rama tímica que culmina su recorrido en el timo torácico. De la arteria braquiocefálica se originan la arteria subclavia derecha y el tronco bicarotídeo (Bustinza, 1961; López, 1972).

Las arterias subclavias emiten en su recorrido al tronco costocervical y la arteria torácica interna. La arteria torácica interna emite una rama tímica. El tronco costocervical se ramifica en la arteria intercostal suprema y arteria cervical profunda (López, 1972).

El tronco bicarotídeo se ramifica en dos arterias carótidas primitivas derecha e izquierda. Estas dos arterias nacen ventral a la tráquea en la cavidad torácica craneal para posteriormente seguir su recorrido lateral a la tráquea en el cuello. La arteria carótida primitiva termina debajo del ala del atlas en cuatro ramas: arteria occipital, arteria meníngea posterior, arteria carótida interna, y arteria carótida externa (Bustinza, 1961).

2.2.2. Vascularización venosa

2.2.2.1. Bovino, equino, porcino

En el atrio derecho del corazón inicia la vena cava craneal. Al inicio de su recorrido emite a la vena ácigos derecha e izquierda, en el equino, y solo la vena ácigos derecha en el bovino y porcino, luego a la vena costocervical y la vena torácica interna (Schwarze, 1981; Dyce *et al*, 2012). La vena torácica interna en su recorrido se ramifica en varias venas tímicas (I.C.V.G.A.N., 2017). La vena cava craneal termina dividiéndose en las venas subclavias y venas yugulares externas derecha e izquierda. El recorrido de la vena subclavia continuará en el miembro torácico como vena axilar. En el inicio de su recorrido la vena yugular externa emite a la vena yugular interna; la cual junto a la arteria carótida común recorren dentro de la vaina carótida, se ramifica en las venas tiroideas craneal y media, y en la vena occipital en rumiantes y porcinos. Posteriormente la vena yugular externa emite a las venas cefálica, cervical superficial, y ramas venosas hacia las diferentes estructuras de la región cervical. Cerca del ángulo mandibular la vena yugular se ramifica en la vena maxilar y vena linguofacial (Schwarze, 1981; Popesko, 1998a; Popesko, 1998b; Dyce *et al*, 2012).

2.2.2.2. *Camélido sudamericano*

El tronco biyugular en su recorrido emite a las venas subclavias y costocervicales derecha e izquierda. Al inicio de la cavidad torácica el tronco biyugular se divide en dos venas yugulares externas derecha e izquierda. Estas venas recorren por el surco yugular y emiten los siguientes vasos: ramas musculares, ramas esofágicas, ramas traqueales, ramas parotídeas, ramas de la glándula mandibular, vena tiroidea caudal, vena gran auricular, y vena occipital. Finalmente caudal a la mandíbula las venas yugulares se ramifican en las venas facial, lingual, y maxilar (Vera, 1975).

La vena yugular interna no es descrita en alpacas (Vera, 1975).

2.3. Rpleción vascular

Técnica anatómica que permite el estudio tridimensional y la visualización macroscópica de los vasos sanguíneos de una región corporal u órgano, permitiendo reconocerlos para identificar su recorrido y distribución. Para la realización de esta técnica anatómica se inyecta dentro de los vasos sanguíneos diferentes compuestos o mezclas, tales como gelatina, látex, caucho, metil metacrilato o resina acrílica, a los cuales de ser necesario se les adiciona algún colorante (Hildebrand, 1968; Beard *et al*, 1989; Olivares *et al*, 2016; Arch *et al*, 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

La obtención del material experimental para la realización del presente estudio se llevó a cabo en el Camal Municipal de Huancavelica, ubicado en el distrito de Huancavelica, provincia de Huancavelica, región Huancavelica, situado a una altitud de 3 660 msnm, entre los meses de agosto y diciembre del 2017.

El procesamiento del material experimental se realizó en el Laboratorio de Anatomía animal y Fauna Silvestre de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos ubicado en la ciudad de Lima, entre los meses de abril y setiembre del presente año.

3.2. Materiales

Se utilizaron diez fetos, obtenidos de alpacas gestantes de descarte beneficiadas para consumo humano.

En el Camal Municipal de Huancavelica se utilizaron: baldes de plástico con capacidad de volumen de 20 litros, bolsas plásticas de 100x50 cm, guantes de examen clínico, balanza digital, calibrador digital de 6", hojas de palpeo bulky, tijeras, lápices, lapiceros, marcadores permanentes, cintas masking tape de 2",bolsas plásticas de 30x50 cm, geles refrigerantes, collar.

En el Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre se utilizaron: congeladora, catéter venoso de 18 G, sonda uretral de calibre 6, jeringas de 20 ml, jeringas de 60 ml, bajalenguas de madera, vasos de precipitado de 100 ml, vasos precipitados de 250 ml, agua oxigenada, respirador, gafas de seguridad, acrílico autopolimerizante líquido (Vitacryl®), acrílico autocurable polvo (Vitacron+®), tinta china azul, tinta china roja, tijeras de Mayo recta, pinzas de disección, sonda acanalada, estilete, mango de bisturíes, bisturíes, portaagujas, formol al 10%, cámara digital.

3.3. Metodología

El estudio realizado es de tipo descriptivo por tal motivo se realizó un muestreo no probabilístico, obteniéndose y utilizándose diez fetos de alpaca, no se consideró el sexo como una causa de variabilidad.

En las instalaciones del Camal Municipal de Huancavelica se utilizó un calibrador digital de 6" para obtener la medida del diámetro biparietal (DBP) de los fetos, este instrumento proporciona

el resultado en milímetros (mm) (figura 2). Siendo el DBP la medida transversal al eje occipitofrontal, un espacio virtual formado entre los lados externos de los huesos temporoparietales del cráneo del feto de la alpaca. Estas mediciones posteriormente fueron expresadas en centímetros (cm) (cuadro 1) para calcular su edad gestacional en días.

La edad gestacional de los fetos se obtuvo en base al trabajo desarrollado por Gazitua *et al* (2001), donde la edad gestacional del feto de alpaca se encuentra en función con la medida de su diámetro biparietal (DBP) expresado en centímetros (cm). Desarrollándose la siguiente ecuación:

Edad gestacional = (DBP - 0.11376) x 47.23287, $r = 0.98$, $P < 0.001$ (Gazitua *et al*, 2001); donde r es coeficiente de regresión y P es significancia.

Cada medida del diámetro biparietal (DBP) de los fetos se reemplazó en la fórmula anterior para obtener las edades gestacionales en días, luego estas también fueron expresadas en meses (cuadro 1). Además tuvimos en cuenta que consideraremos como feto a aquel que tenga una edad gestacional de 60 días a más (Bravo, 2002). Bravo considera que cuando los aparatos reproductivos son distinguibles se denominará feto, lo cual ocurre a los 60 días de gestación.

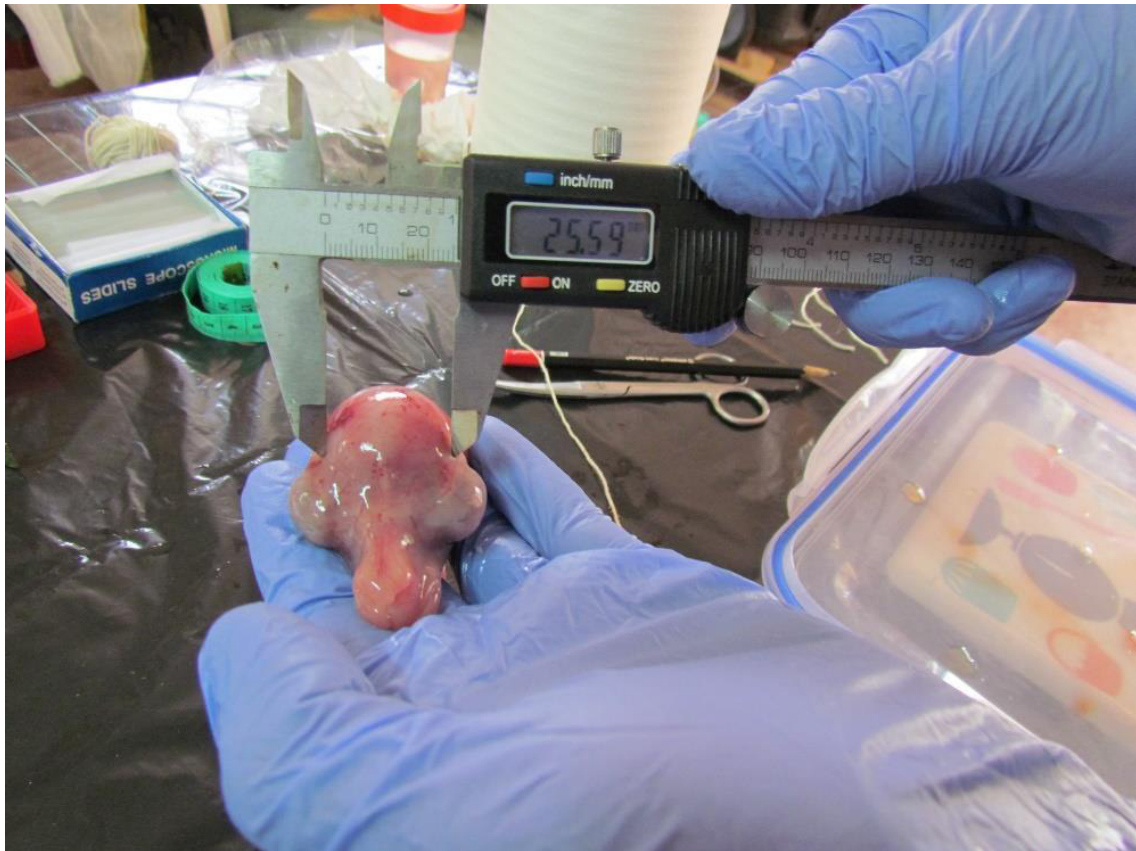


Figura 2. Medición del diámetro biparietal (DBP) en un feto de alpaca.

Cuadro 1. Identificación, peso, medida del diámetro biparietal (DBP), y edad gestacional en días y meses de fetos de alpaca.

Feto	Peso (Kg)	DBP (cm)	Edad gestacional	
			(días)	(meses)
A – 1	0.117	2.381	107.08	3.56
B – 2	0.288	2.559	115.49	3.84
C – 3	0.406	3.060	139.15	4.63
D – 4	2.020	5.000	230.79	7.69
E – 5	2.347	5.122	236.55	7.88
F – 6	2.212	5.212	240.80	8.02
G – 7	3.000	5.357	247.65	8.25
H – 8	3.974	5.584	258.38	8.61
I – 9	3.199	5.814	269.23	8.97
J – 10	3.504	6.004	278.21	9.27

Cada feto que fue utilizado en su momento fue descongelado, posteriormente se diseccionó el cordón umbilical para observar detalladamente las dos arterias umbilicales y las dos venas umbilicales (figura 3). Se canularon una de las arterias umbilicales y una de las venas umbilicales con una sonda uretral de un calibre adecuado para cada una, y se ligó con pabito la otra arteria y vena umbilical. Se inyectó dentro de la arteria umbilical agua oxigenada al 3% para eliminar los coágulos de sangre presentes en el sistema vascular. Con esto cada feto queda listo para realizar en ellos la técnica anatómica de repleción vascular.

3.3.1. Técnica anatómica de repleción vascular

Para la realización de la técnica anatómica de repleción vascular se optó por utilizar resina acrílica autocurable, el cual es producto de la mezcla del metilmetacrilato, de composición sólido o en polvo, con un monómero, de composición líquido, siendo un material que se adapta fácilmente a cualquier forma (Cavero y Fernández; 2005). El volumen total de resina acrílica a utilizar se calculó

teniendo en cuenta que el volumen sanguíneo, en Litros (L), de los camélidos sudamericanos representa del 6.5% al 8.6% de sus pesos corporales en Kilogramos (Kg) (Fowler, 2010). Se utilizó para el cálculo del volumen sanguíneo el 8% del peso corporal (cuadro 1), posteriormente el volumen obtenido es expresado en mililitros (ml) y dividido en partes iguales para representar a los volúmenes sanguíneos arteriales y volúmenes sanguíneos venosos.

En un vaso de precipitado se preparó una solución acuosa de resina acrílica compuesta por la mezcla de 3 partes de acrílico autopolimerizante líquido (monómero) y una parte de acrílico autocurable polvo (metilmetacrilato); y se adicionó 1 gota de tinta china roja por cada 2 ml de volumen de la mezcla final. Se inyectó la resina acrílica dentro de la arteria umbilical canulada con una jeringa de 60 ml (figura 4 y figura 5) lo más rápido posible; al final se ligó la arteria trabajada.

Luego se preparó la misma solución acuosa de resina acrílica y se adicionó tinta china azul en la misma proporción, esta mezcla fue inyectada dentro de la vena umbilical canulada, para finalmente ligar la vena trabajada.

El feto trabajado se colocó en un recipiente con formol al 10% para su conservación, y para esperar la solidificación de la mezcla inyectada.

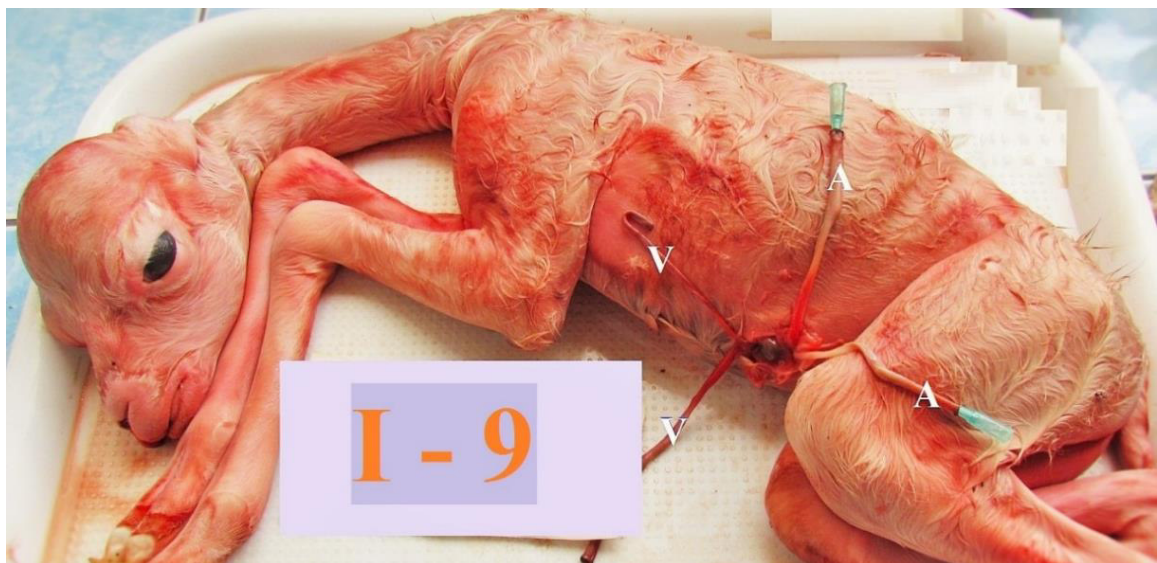


Figura 3. Disección del cordón umbilical en un feto de alpaca de 269 días de edad gestacional. A: Arteria umbilical, V: Vena umbilical.



Figura 4. Ejecución de la técnica anatómica de repleción vascular en un feto de alpaca.

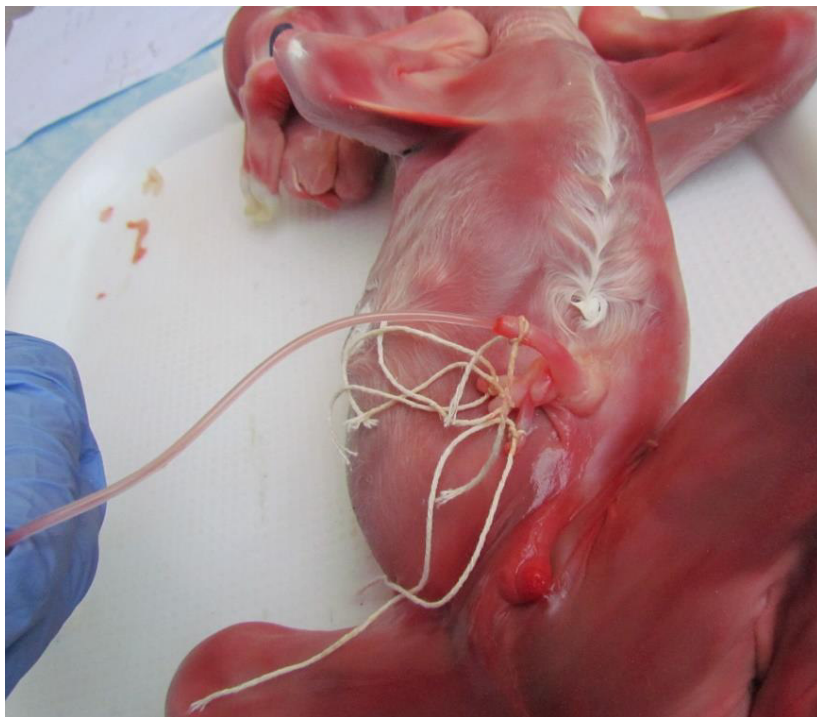


Figura 5. Inyección de una mezcla compuesta por la combinación de acrílicos y tinta china roja por una arteria umbilical en un feto de alpaca.

3.3.2. Disección de las arterias y venas del timo

Se colocó al feto en posición de decúbito ventral para su disección. Se inició incidiendo la piel con el uso de una hoja de bisturí. Se incidió desde el inicio del área cervical, a la altura de la faringe, hasta la última esternebra (figura 6).

Disección del área cervical ventral

Se divulsionó en lo más posible la piel, para la posterior resección de las fascias (figura 6). Los músculos presentes en el área cervical ventral y lateral también son reseccionados, de esta manera el timo cervical con sus arterias y venas quedaron expuestos. Se revisó con sumo cuidado las ramas arteriales y ramas venosas procedentes de los diferentes vasos sanguíneos que terminaban en el timo cervical (figura 7). Se identificó estos vasos sanguíneos con el uso de la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (I.C.V.G.A.N., 2017). Se realizó varias tomas fotográficas para su documentación.



Figura 6. Incisión de la piel del área cervical y torácica en un feto de alpaca de 278 días de edad gestacional. Vista ventral.

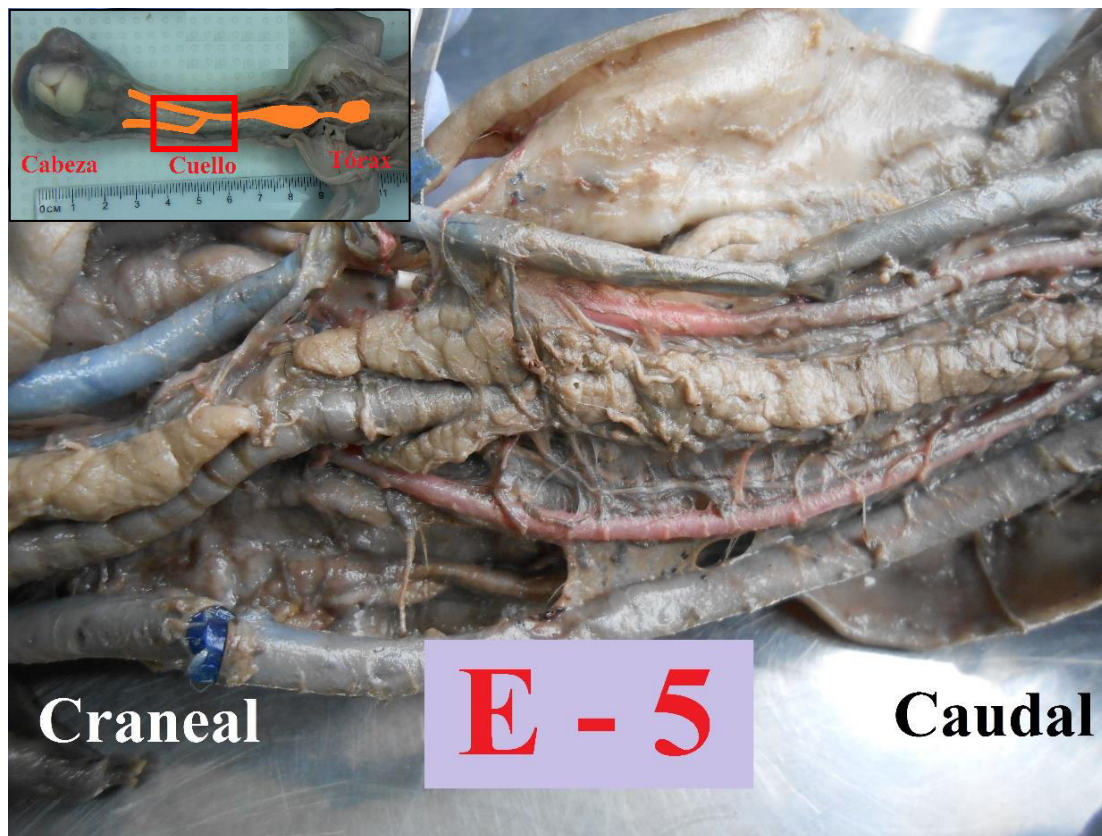


Figura 7: Arterias y venas del timo cervical de un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional.

Disección del área torácica ventral y mediastino craneal

Se divulsionó la piel. Posteriormente se reseccionó las fascias y los músculos presentes en el área esternal. Se cortó las costillas en la unión condrocostal de ambos lados (figura 8), extrayendo las esterneras. Se expuso el timo torácico y el timo intermedio. Se continuó reseccionando las membranas pleurales que cubrían a los grandes vasos sanguíneos. Se revisó con sumo cuidado las ramas arteriales y ramas venosas procedentes de los diferentes vasos sanguíneos que llegaban a estos dos lóbulos (figura 9). Se identificó estos vasos sanguíneos con el uso de la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (I.C.V.G.A.N., 2017). Se realizó varias tomas fotográficas para su documentación.

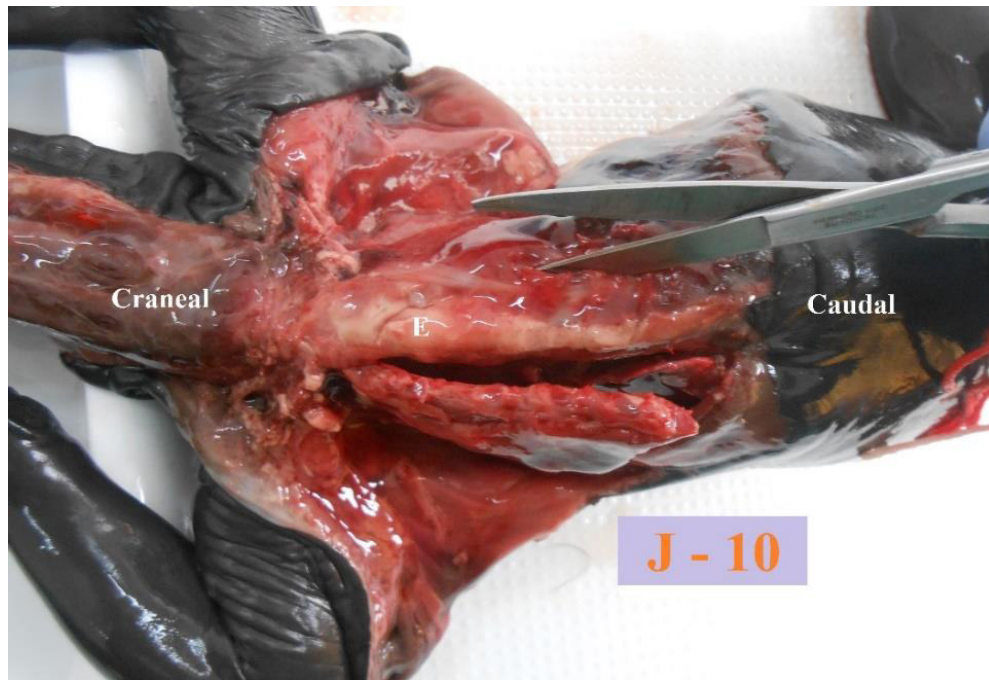


Figura 8. Incisión de las costillas en la unión condrocostal en un feto de alpaca de 278 días de edad gestacional. Vista ventral.

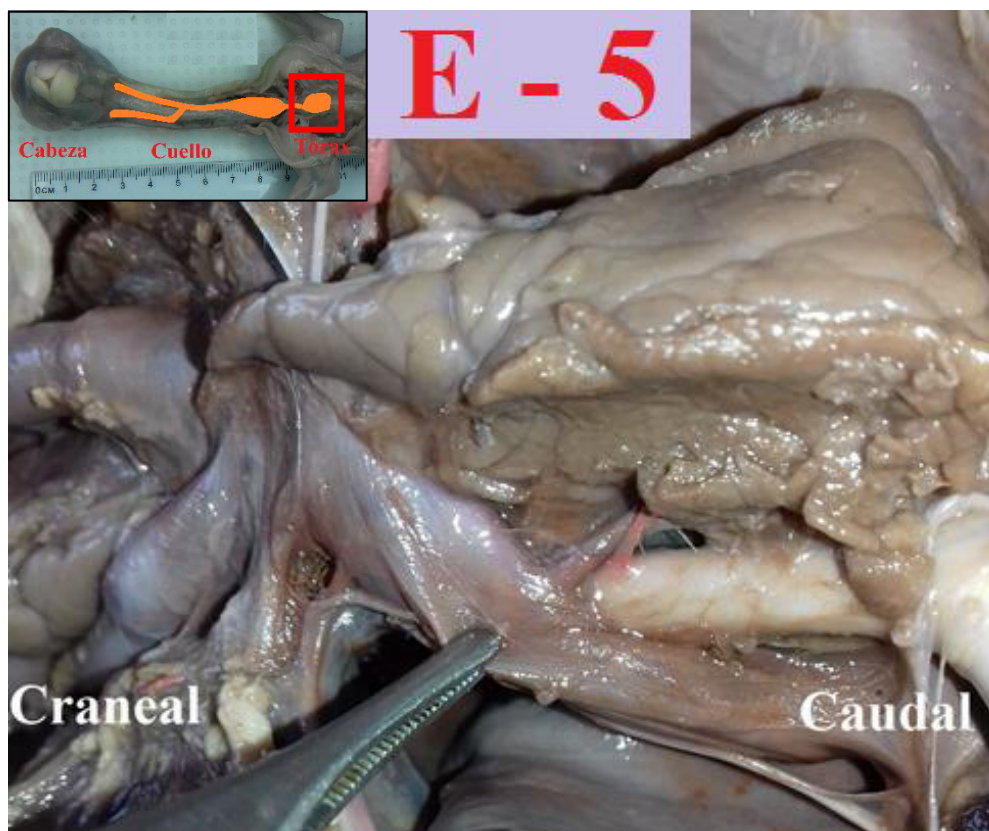


Figura 9: Arterias y venas del timo torácico de un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional.

IV. RESULTADOS

En el presente estudio se diseccionó el área cervical ventral y el área torácica ventral de fetos de alpaca con edades gestacionales comprendidas entre 107 y 278 días, los cuales fueron repletados vascularmente a través de una de las arterias umbilicales y de una de las venas umbilicales con una mezcla acuosa de resina acrílica y tinta china roja o azul, se reseccionó fascias, paquetes musculares, huesos y membranas fetales para una correcta exposición y visualización de las arterias y venas del timo.

El timo es un órgano grande, largo, de variado grosor, y se distribuye desde el arco mandibular hasta el arco aórtico, y en su recorrido abarca el área cervical ventrolateral y el mediastino craneal. En su superficie se pudo observar y/o sentir granulaciones de diámetro semejante. Además se encuentra formado por lóbulos. Estos lóbulos son: timo cervical craneal derecho, timo cervical craneal izquierdo, timo cervical caudal, timo intermedio, y timo torácico.

El timo cervical tiene una característica forma de “Y”, y se encuentra formado por el timo cervical craneal derecho (brazo derecho de la “Y”) (figura 10), timo cervical craneal izquierdo (brazo izquierdo de la “Y”) (figura 10), y por el timo cervical caudal (base de la “Y”) (figura 10 y figura 11). Los timos cervicales craneales presentan una similar medida en cuanto a su largo, se localizan a cada lado de la tráquea y se unen en el lado izquierdo de la porción media del área cervical ventral, iniciando el timo cervical caudal. El timo cervical caudal se distribuye al lado izquierdo de la tráquea en su primera mitad y finalmente su segunda mitad se ensancha y se distribuye ventralmente a la tráquea, proximal a la entrada del pecho y de la bifurcación de las venas yugulares externas.

El timo intermedio (figura 11) es el lóbulo más pequeño y se ubica sobre la superficie ventral de la bifurcación de las venas yugulares, es la unión entre el timo cervical y torácico.

El timo torácico (figura 11) es el lóbulo más ancho, presenta una forma prismática, y se ubica en el mediastino craneal izquierdo.

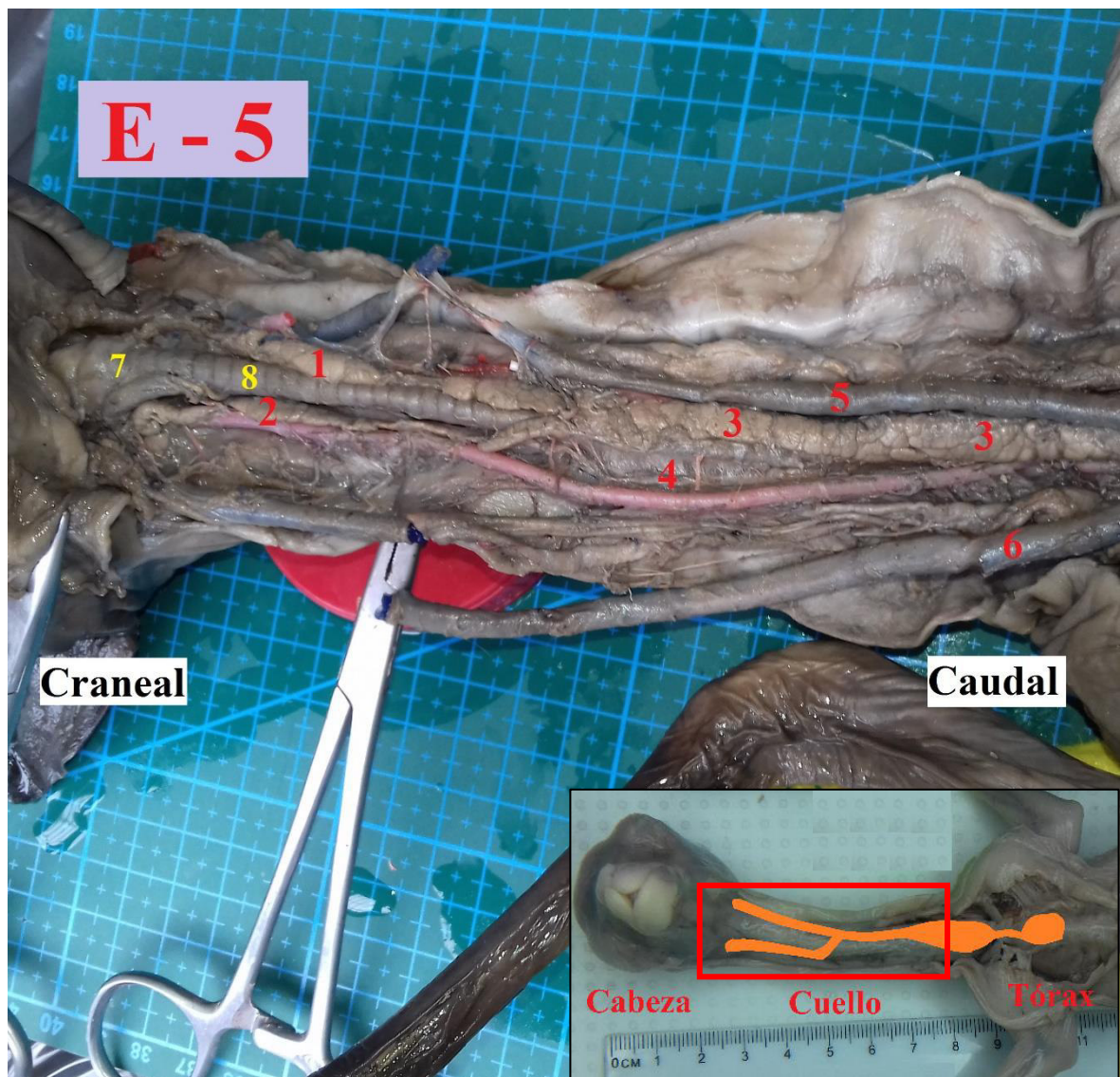


Figura 10. Timo cervical de un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional. Vista ventral del cuello. 1: Timo cervical craneal izquierdo, 2: Timo cervical craneal derecho, 3: Timo cervical caudal, 4: Arteria carótida común derecha, 5: Vena yugular externa izquierda, 6: Vena yugular externa derecha, 7: Laringe, 8: Tráquea.

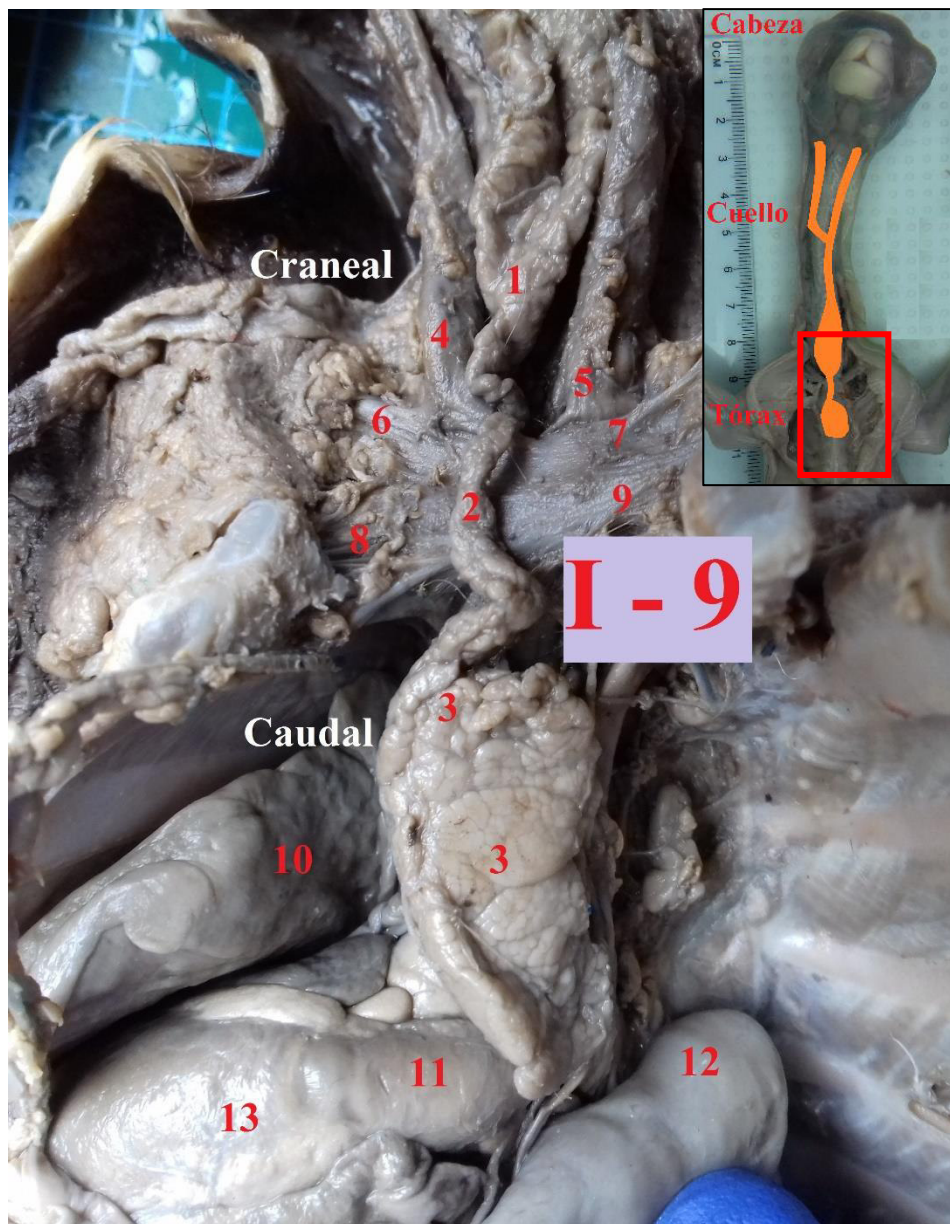


Figura 11. Timo intermedio y timo torácico de un feto de alpaca de 269 días de edad gestacional. Vista ventral del cuello y tórax craneal. 1: Timo cervical caudal. 2: Timo intermedio. 3: Timo torácico. 4: Vena yugular externa derecha. 5: Vena yugular externa izquierda. 6: Vena cefálica derecha. 7: Vena cefálica izquierda. 8: Vena subclavia derecha. 9: Vena subclavia izquierda, 10: Pulmón derecho, 11: Arco aórtico, 12: Pulmón izquierdo, 13: Corazón.

4.1. Anatomía macroscópica arterial

4.1.1. Arterias del timo cervical

La arteria carótida común derecha durante su recorrido emite entre 2 y 4 ramas hacia el timo cervical craneal derecho (figura 12), y entre 4 y 5 ramas a la porción caudal del timo cervical caudal (figura 13).

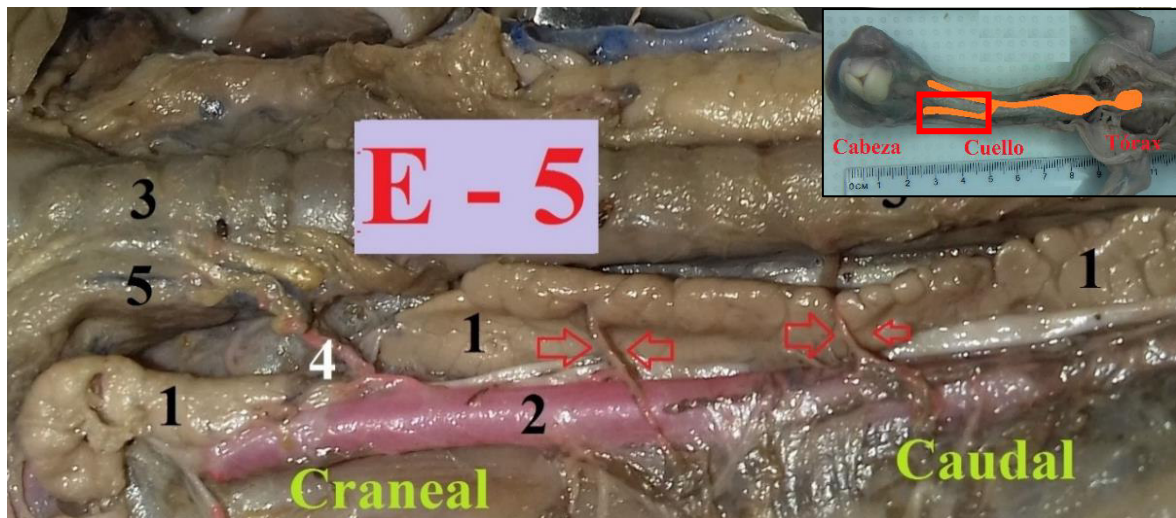


Figura 12. Ramas arteriales tímicas (flechas) procedentes de la Arteria carótida común derecha en un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional. Vista ventral lateral derecha del cuello. 1: Timo cervical craneal derecho. 2: Arteria carótida común derecha. 3: Tráquea. 4: Arteria tiroidea caudal derecha. 5: Tiroides derecha.

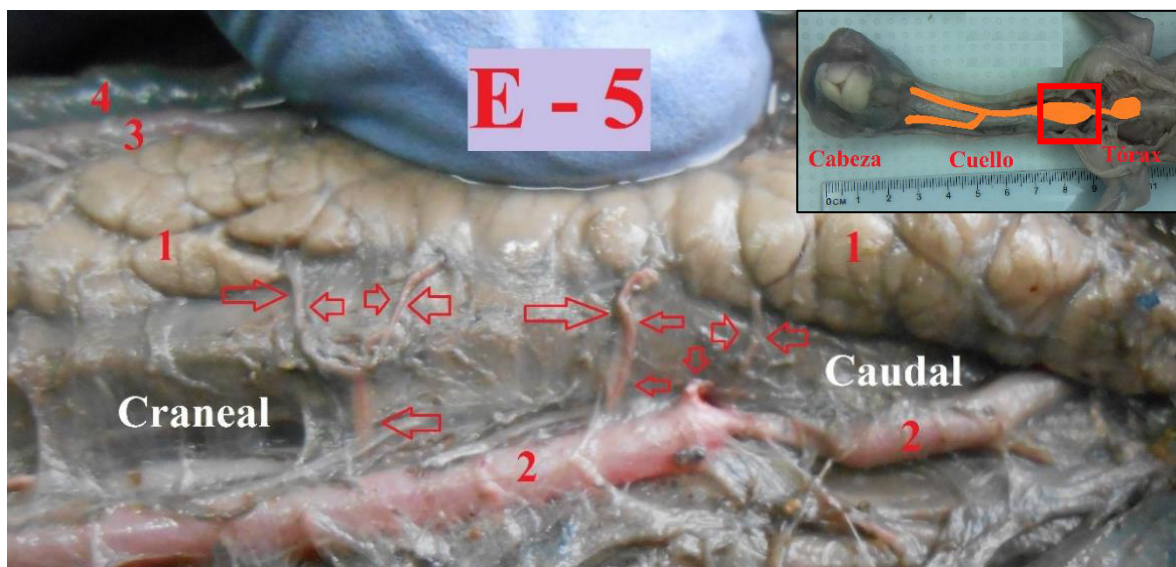


Figura 13. Ramas arteriales tímicas (flechas) procedentes de la Arteria carótida común derecha en un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional. Vista ventral lateral derecha del cuello. 1: Timo cervical caudal. 2: Arteria carótida común derecha. 3: Arteria carótida común izquierda. 4: Vena yugular externa izquierda.

La arteria carótida común izquierda durante su recorrido emite entre 8 y 15 ramas hacia el timo cervical craneal izquierdo y a todo el timo cervical caudal (figura 14).

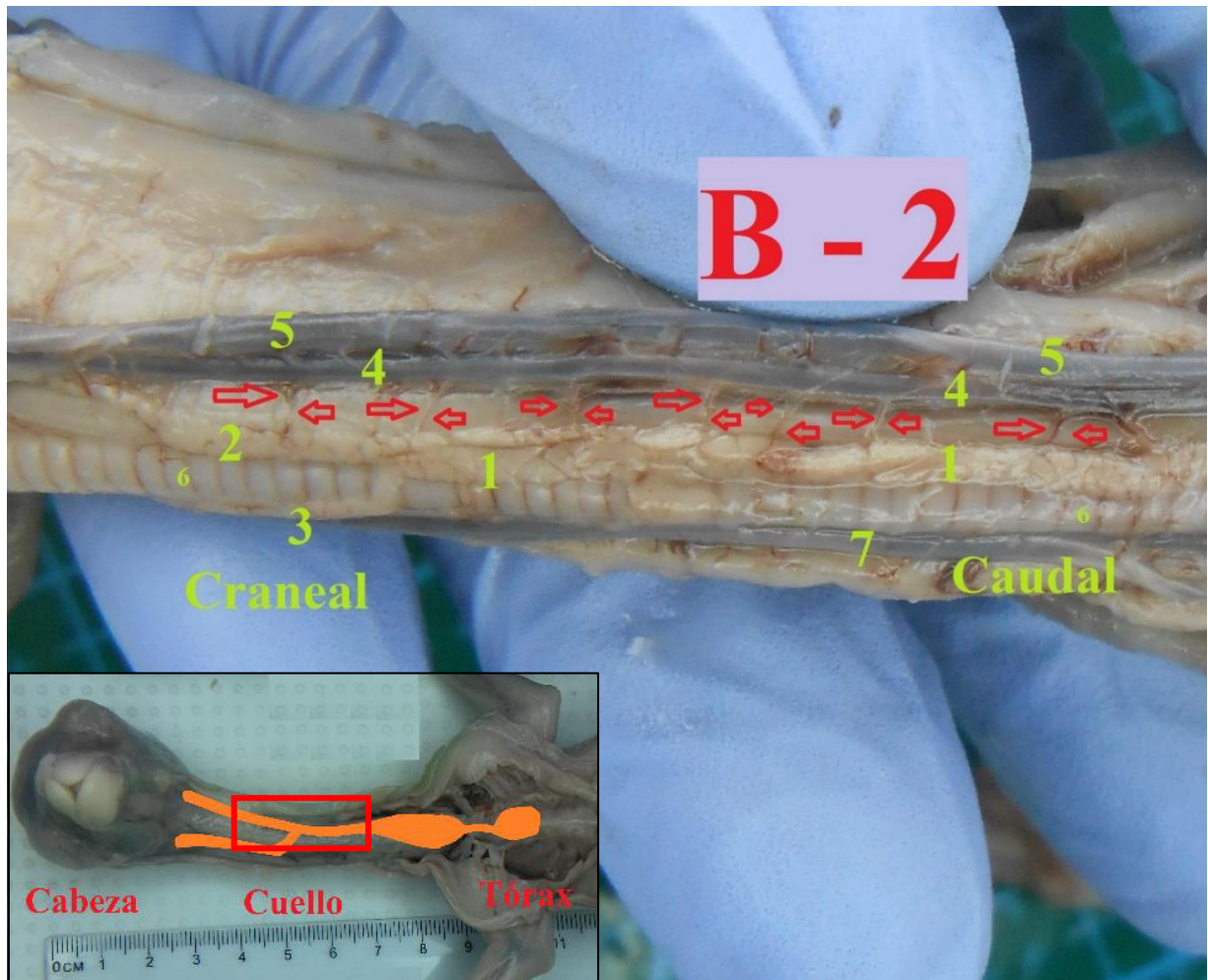


Figura 14. Ramas arteriales tímicas (flechas) procedentes de la Arteria carótida común izquierda en un feto de alpaca de 115 días de edad gestacional. Vista ventral del cuello. 1: Timo cervical caudal. 2 y 3: Timo cervical craneal izquierdo y derecho. 4: Arteria carótida común izquierda. 5: Vena yugular externa izquierda. 6: Tráquea. 7: Vena yugular externa derecha.

La arteria tiroidea craneal nace de la arteria carótida común, esta arteria emite una rama hacia el timo cervical craneal. Esto se produce en los dos timos cervicales craneales (figura 15).

La arteria tiroidea caudal nace de la arteria carótida común, esta arteria emite una rama hacia el timo cervical craneal. Esto se produce en los dos timos cervicales craneales (figura 12 y 15).

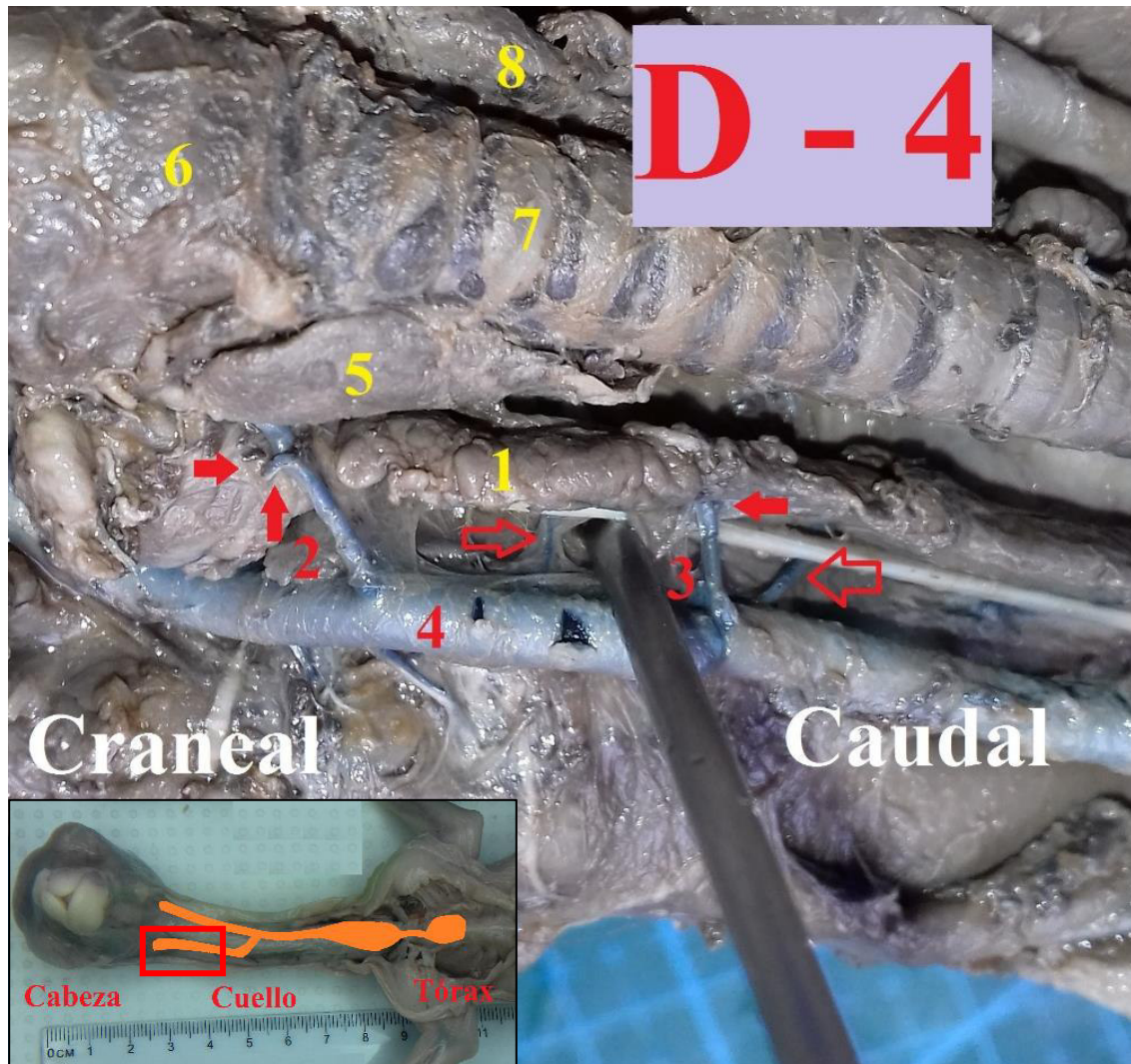


Figura 15. Ramas arteriales tímicas (flechas) procedentes de la arteria tiroidea craneal derecha (2), arteria tiroidea caudal derecha (3) y arteria carótida común derecha (4) en un feto de alpaca de 230 días de edad gestacional. Vista ventral del cuello. 1: Tímo cervical craneal derecho. 5: Tiroides derecha. 6: Laringe. 7: Tráquea. 8: Tiroides izquierda.

4.1.2. Arterias del timo intermedio

Ninguna arteria emitió ramas arteriales hacia este lóbulo tímico.

4.1.3. Arterias del timo torácico

La superficie ventral del arco aórtico emite entre 2 y 3 ramas hacia la superficie caudal del timo torácico (figura 16).

El tronco braquiocefálico emite 1 o 2 ramas hacia el timo torácico (figura 16).

La arteria subclavia izquierda emite entre 1 y 2 ramas hacia el timo torácico (figura 16).

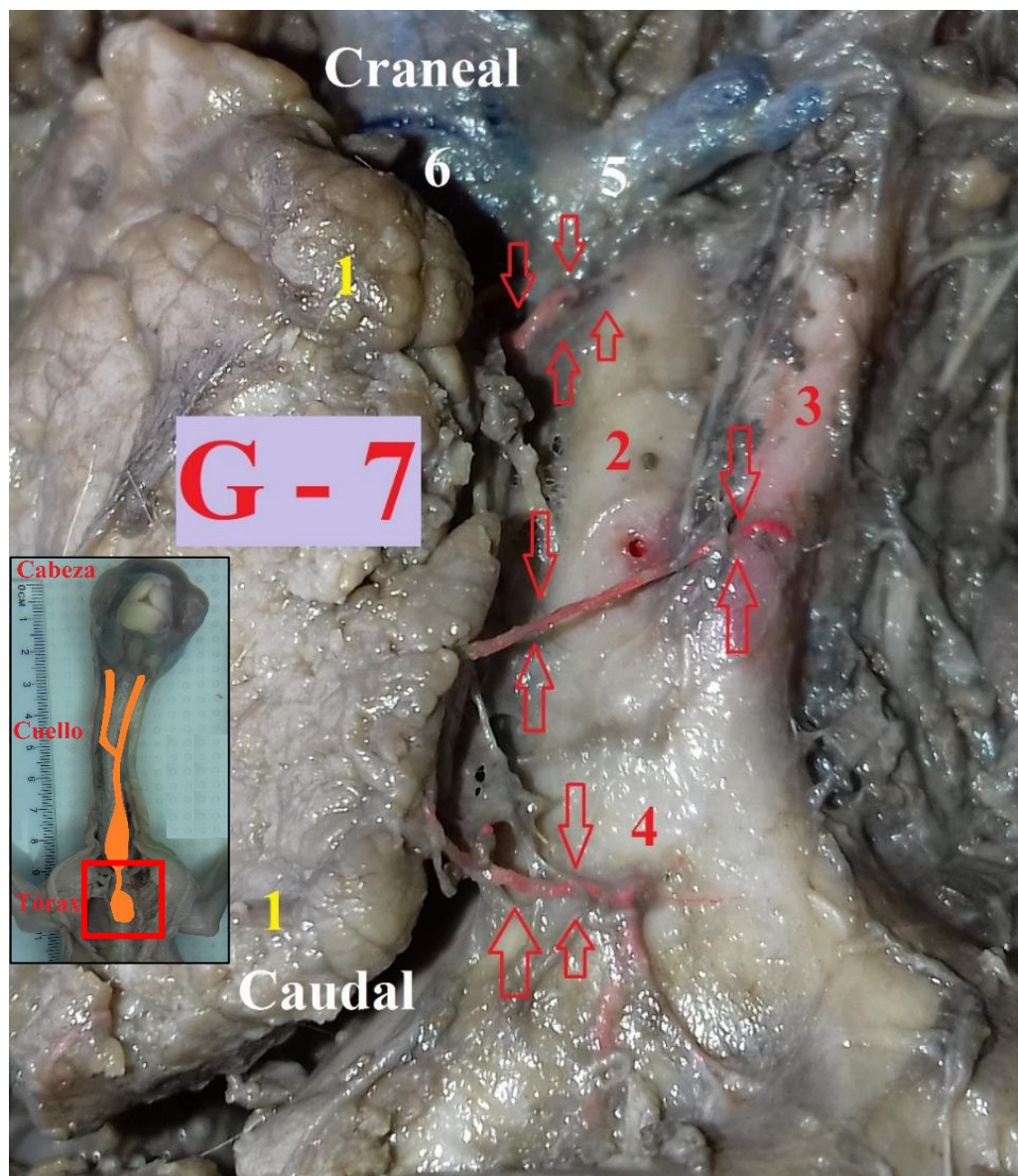


Figura 16. Ramas arteriales tímicas (flechas) procedentes del tronco braquicefálico (2), arteria subclavia izquierda (3) y arco aórtico (4) en un feto de alpaca de 247 días de edad gestacional. Vista ventral de la cavidad torácica craneal. 1: Timo torácico. 5: Vena costocervical izquierda. 6: Vena cava craneal.

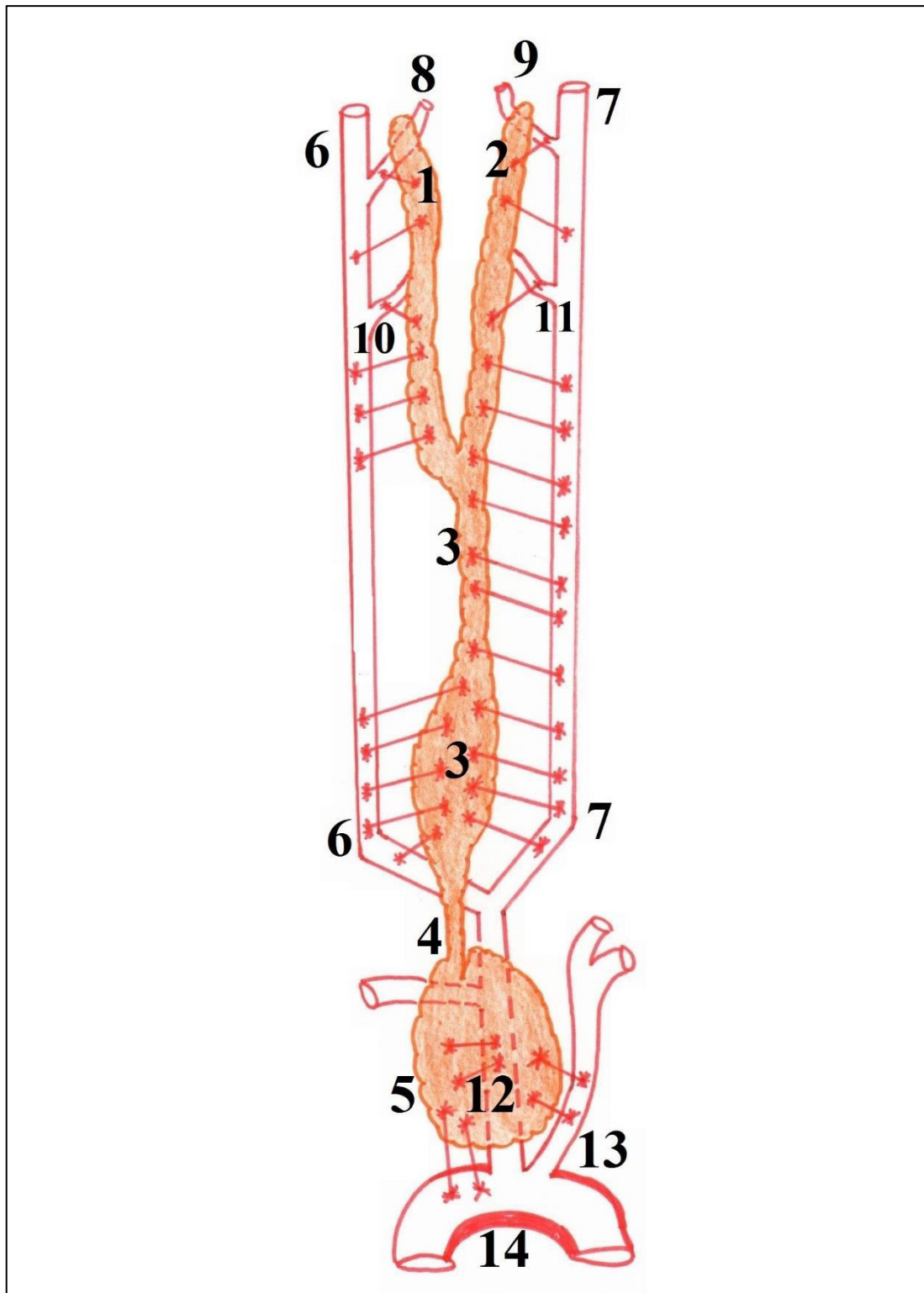


Figura 17. Esquema de las arterias del timo en fetos de alpacas con edades gestacionales comprendidas entre 107 y 278 días. Vista ventral. 1: Timo cervical craneal derecho. 2: Timo cervical craneal izquierdo. 3: Timo cervical caudal. 4: Timo intermedio. 5: Timo torácico. 6: Arteria carótida común derecha. 7: Arteria carótida común izquierda. 8: Arteria tiroidea craneal derecha. 9: Arteria tiroidea craneal izquierda. 10: Arteria tiroidea caudal derecha. 11: Arteria tiroidea caudal izquierda. 12: Tronco braquiocefálico. 13: Arteria subclavia izquierda. 14: Arco aórtico. Líneas y asteriscos rojos: Ramas arteriales.

4.2. Anatomía macroscópica venosa

4.2.1. Venas del timo cervical

La vena yugular externa derecha durante su recorrido emite entre 5 y 7 ramas hacia el timo cervical craneal derecho, y entre 4 y 6 ramas en la porción caudal del timo cervical caudal (figura 18 y 19).

La vena yugular externa izquierda durante su recorrido emite entre 10 y 15 ramas hacia el timo cervical craneal izquierdo y en la totalidad del timo cervical caudal (figura 18 y 19).

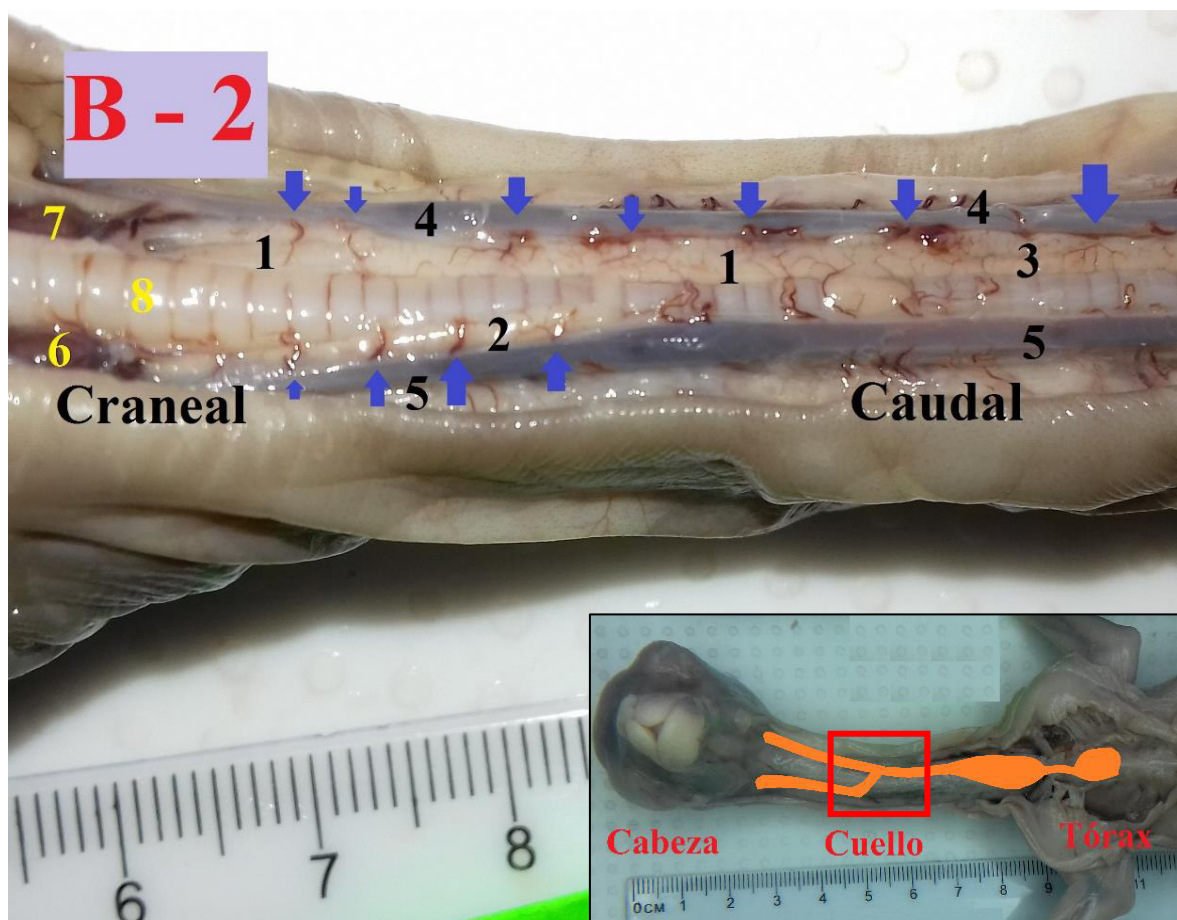


Figura 18. Ramas venosas tímicas (flechas) procedentes de la vena yugular externa izquierda (4) y vena yugular externa derecha (5) en un feto de alpaca de 115 días de edad gestacional. Vista ventral del cuello. 1: Timo cervical craneal izquierdo. 2: Timo cervical craneal derecho. 3: Timo cervical caudal. 6: Tiroides derecha. 7: Tiroides izquierda. 8: Tráquea.

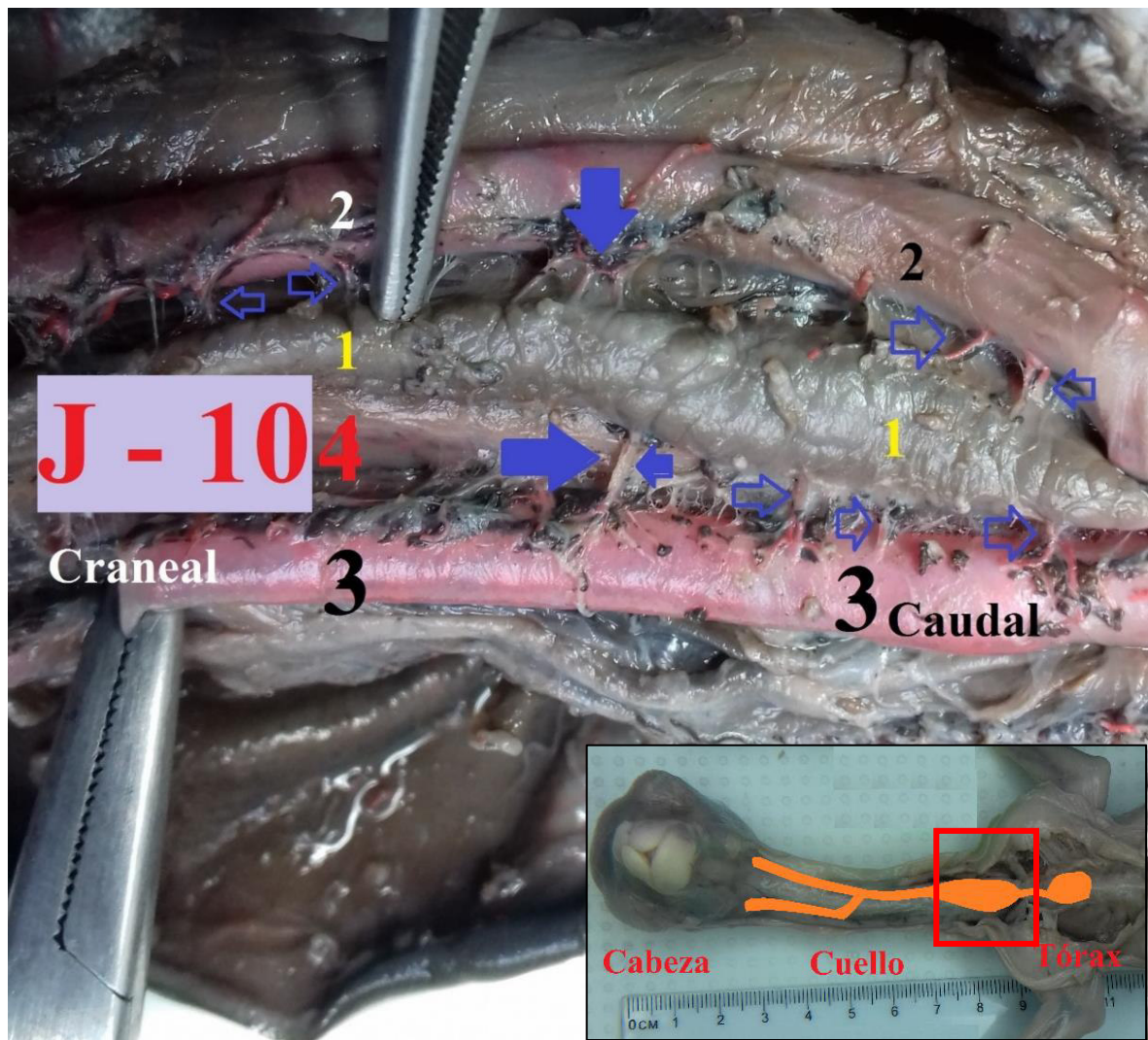


Figura 19. Ramas venosas tímicas (flechas) procedentes de la vena yugular externa izquierda (2) y vena yugular externa derecha (3) en un feto de alpaca de 278 días de edad gestacional. Vista ventral del cuello caudal. 1: Timo cervical caudal. 4: Arteria carótida común derecha.

4.2.2. Venas del timo intermedio

Ninguna vena emitió ramas venosas hacia este lóbulo tímico.

4.2.3. Venas del timo torácico

La vena cava craneal emite una rama, que a su vez se ramifica en 4 ramas, todas estas ramas llegan hacia la superficie dorsal del timo torácico (figura 20).

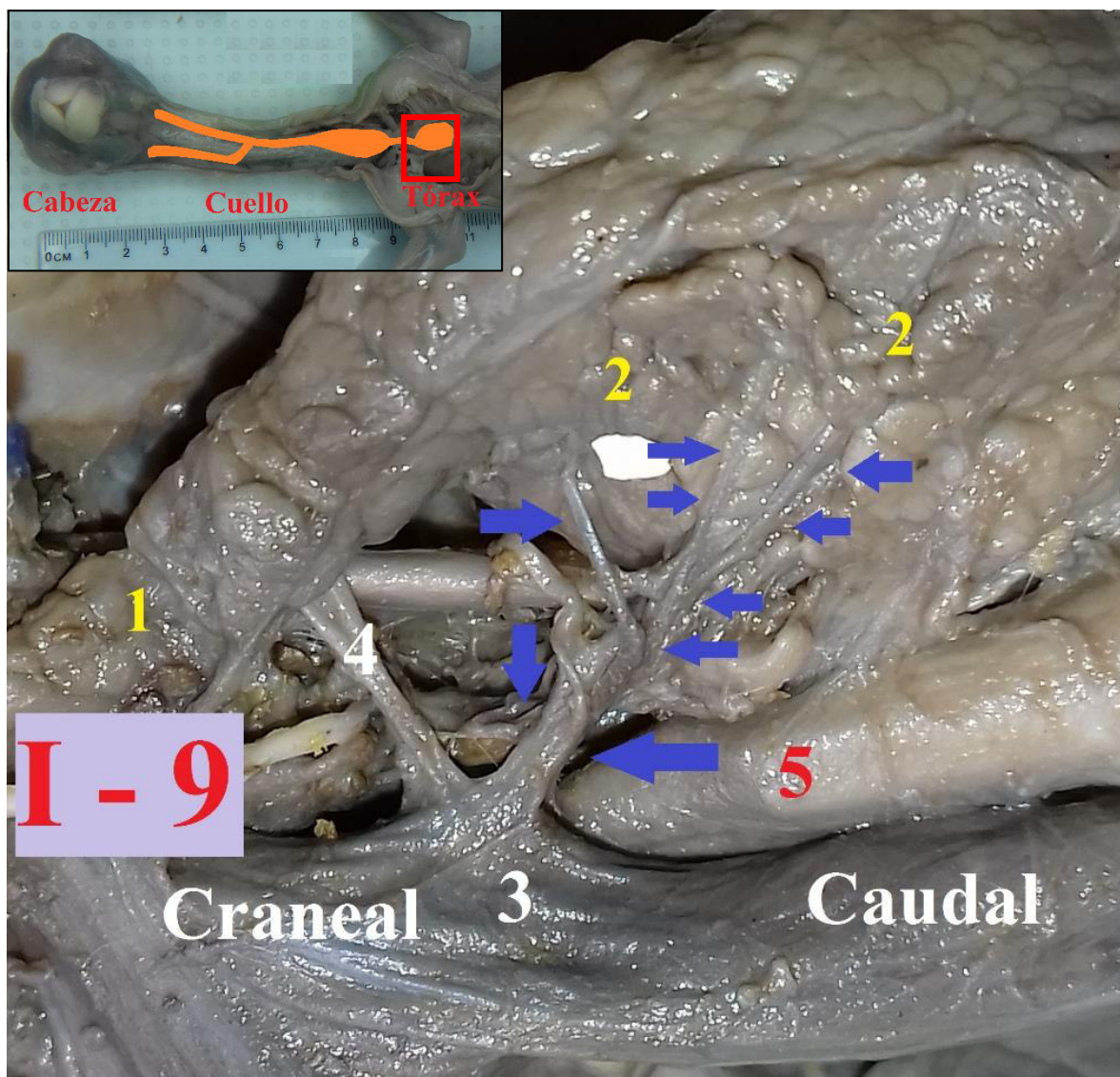


Figura 20. Ramas venosas tímicas (flechas) procedentes de la vena cava craneal (3) en un feto de alpaca de 269 días de edad gestacional. Vista ventral de la cavidad torácica craneal. 1: Timo intermedio. 2: Timo torácico. 4: Vena costocervical izquierda. 5: Tronco braquiocefálico.

La vena costocervical izquierda emite una rama, la cual se divide en dos ramas hacia el lóbulo torácico (figura 21).

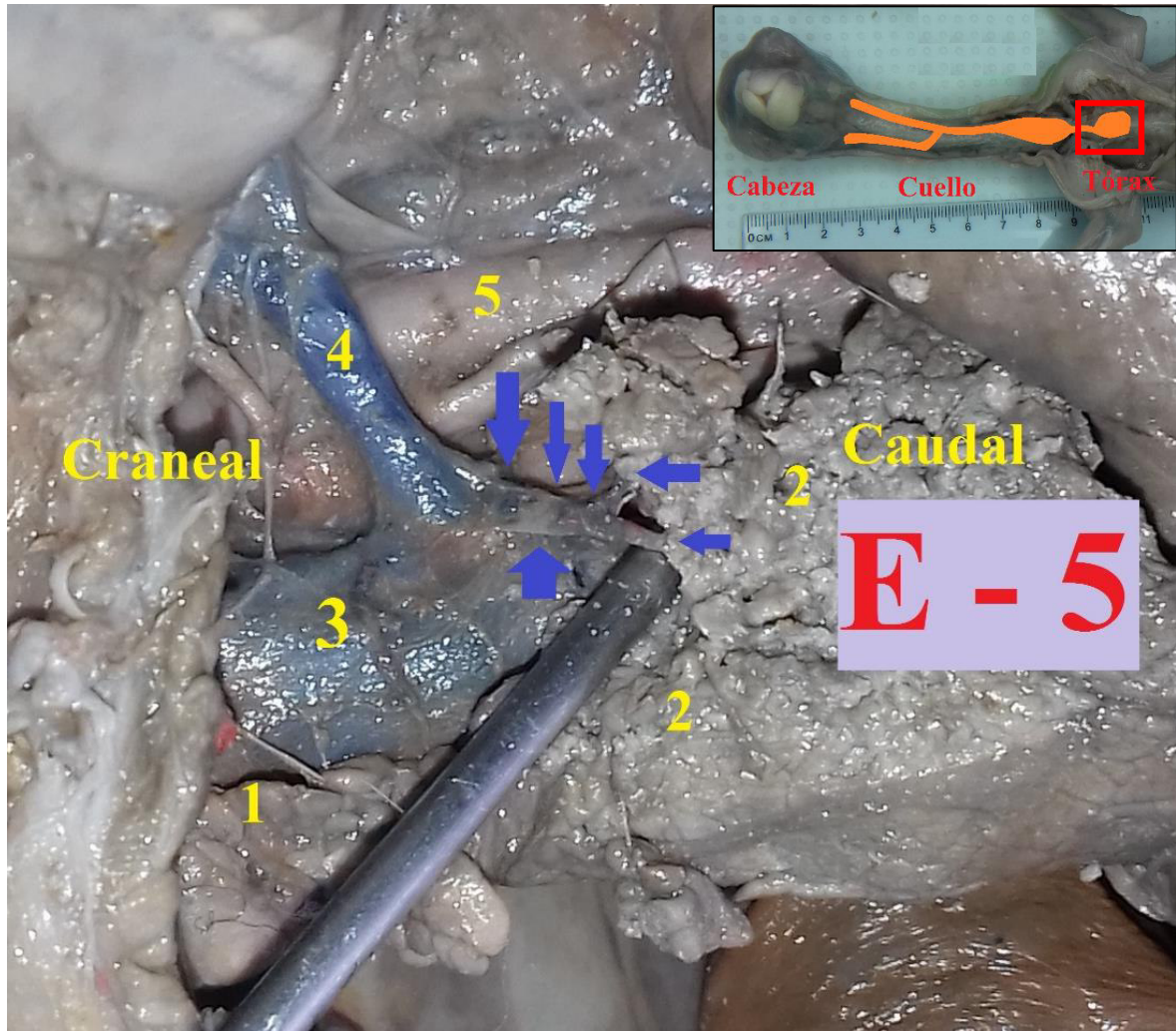


Figura 21. Ramas venosas tímicas (flechas) procedentes de la vena costocervical izquierda (4) en un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional. Vista ventral de la cavidad torácica craneal. 1: Timo intermedio. 2: Timo torácico. 3: Vena cava craneal. 5: Arteria subclavia izquierda.

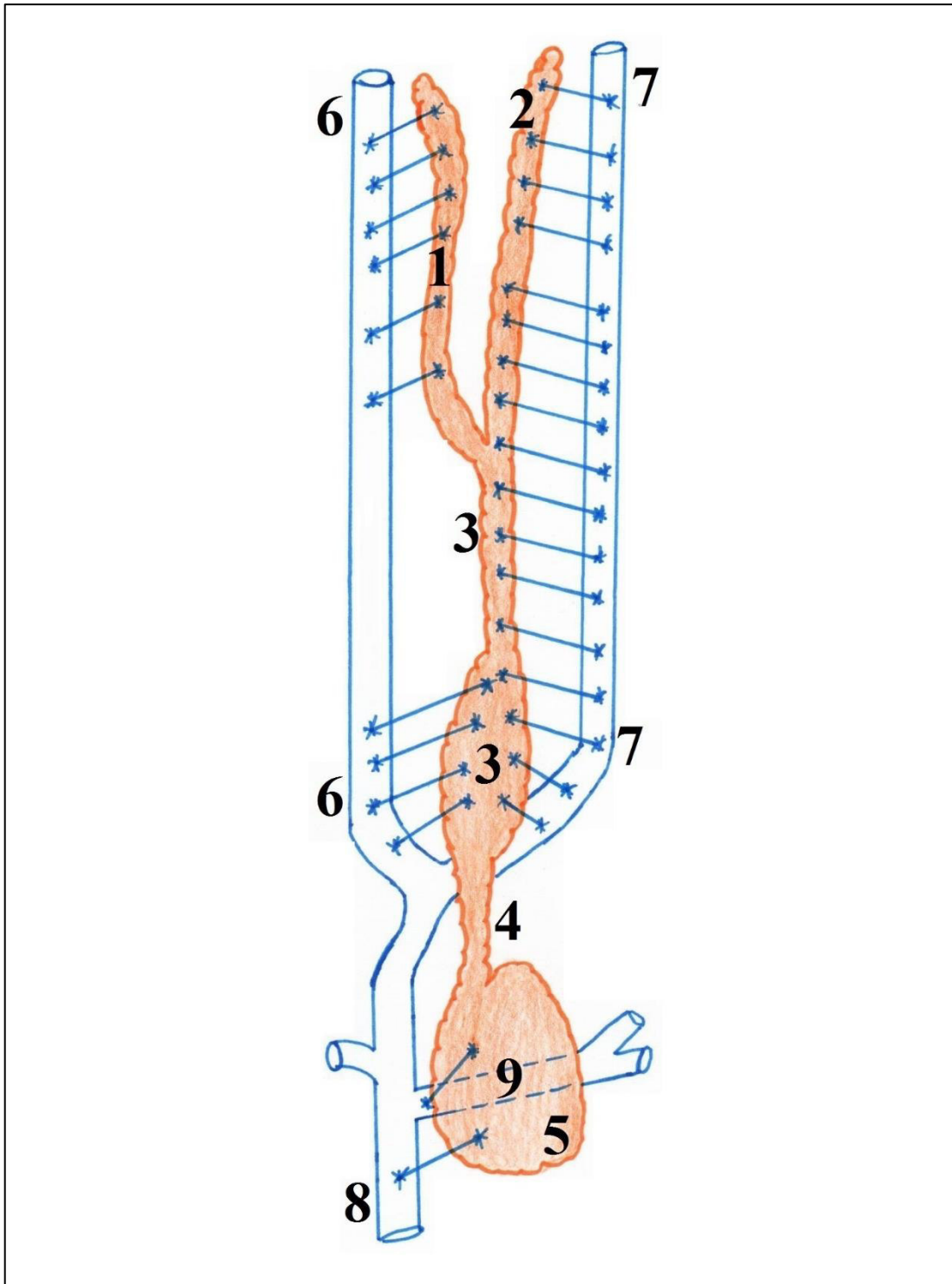


Figura 22. Esquema de las venas del timo en fetos de alpacas con edades gestacionales comprendidas entre 107 y 278 días. Vista ventral. 1: Timo cervical craneal derecho. 2: Timo cervical craneal izquierdo. 3: Timo cervical caudal. 4: Timo intermedio. 5: Timo torácico. 6: Vena yugular externa derecha. 7: Vena yugular externa izquierda. 8: Vena cava craneal. 9: Vena costocervical izquierda. Líneas y asteriscos azules: Ramas venosas.

V. DISCUSIÓN

El timo es un órgano grande, largo, de amplia distribución, y está conformado por lóbulos, los cuales son el timo cervical craneal derecho, timo cervical craneal izquierdo, timo cervical caudal, timo intermedio y timo torácico, siendo de características y conformaciones similares a la descrita por Montenegro (2006), quién diseccionó fetos de alpaca con edades gestacionales comprendidas entre 41 y 188 días, donde encontró que los timos cervicales craneales eran de distintos tamaños pero en nuestro estudio el tamaño era similar. Además la conformación del timo expuesta en fetos de alpacas varía con el de fetos y neonatos de bovinos (Bombonato *et al*, 1986; Climent *et al*, 2013b), fetos de búfalos (Machado *et al*, 2001), fetos de caprinos (Bombonato *et al*, 2001), neonatos de suidos (Climent *et al*, 2013b), neonatos de équidos (Climent *et al*, 2013b), y neonatos de carnívoros (Climent *et al*, 2013b) (figura 23).

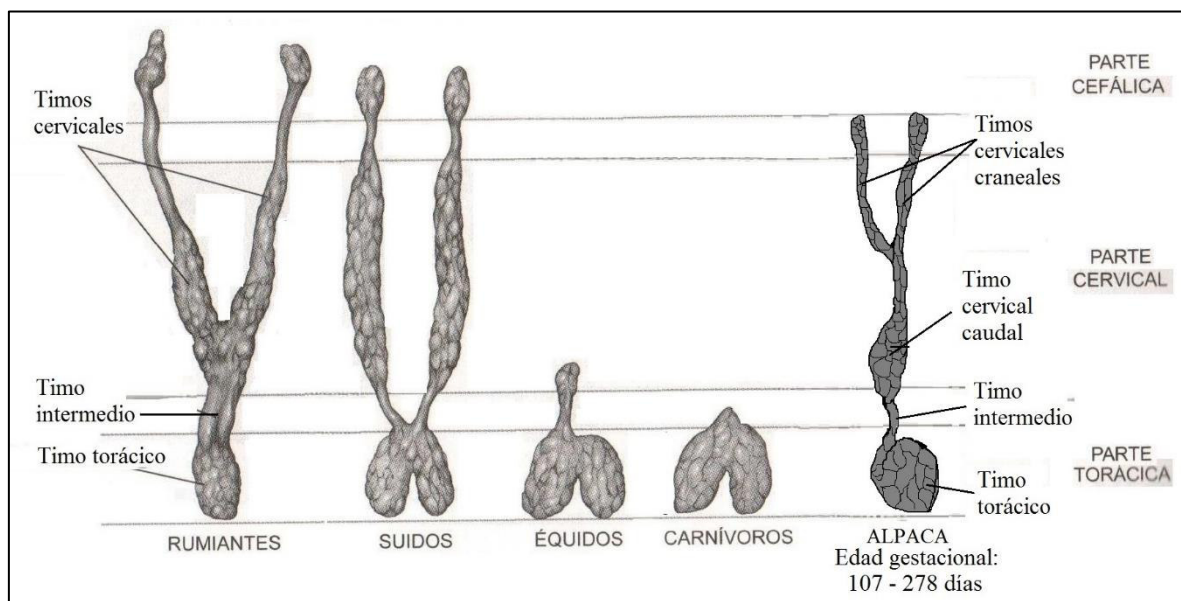


Figura 23: Características y partes del timo en los animales domésticos (Climent *et al*, 2013b) y en fetos de alpaca con edades gestacionales comprendidas entre 107 y 278 días (Melgarejo, datos no publicados). Vista ventral.

En la superficie de los timos estudiados se observó y sintió granulaciones de diámetro semejante (figura 23), lo cual da el aspecto de órgano lobular siendo así estos las seudolobulaciones presentes en su parénquima (Schwarze, 1981; Carrasco *et al*, 2004).

En nuestros especímenes se realizó la técnica anatómica de repleción vascular. Muchos autores consultados utilizaban el látex como material para la realización de la técnica anatómica. Pero para el presente estudio se utilizó una resina acrílica debido a su fácil uso y manipulación, además es muy comerciable porque este material es ampliamente utilizado en la industria dental. Para la composición de la resina acrílica se utilizó un mayor volumen de monómero líquido con respecto del metilmetacrilato polvo, esto fue en proporción de 3 a 1 respectivamente, debido a que la mezcla obtenida será muy acuosa y nos dará el tiempo suficiente para su adecuada perfusión a través de la arteria umbilical y vena umbilical. Cavero y Fernández (2005) usaban una proporción de 3 partes de metacrilato en polvo y 1 parte de monómero líquido para la fabricación de barras estabilizadoras-conectoras en la reducción de fracturas, siendo una mezcla muy compacta y maciza, debido a que en estos casos se requiere que la mezcla se solidifique rápidamente.

En su recorrido la arteria carótida común derecha emite entre 2 y 4 ramas hacia el timo cervical craneal derecho, y entre 4 y 5 ramas hacia la porción caudal del timo cervical caudal, no se describen ramas arteriales procedentes de la arteria carótida común derecha que lleguen a la porción craneal del timo cervical caudal, debido a que esta porción se ubica a la izquierda del cuello sobre el surco yugular izquierdo. Respecto a la arteria carótida común izquierda, esta emite entre 8 y 15 ramas hacia el timo cervical craneal izquierdo y a todo el timo cervical caudal. Todo esto hace que las arterias carótidas comunes derecha e izquierda sean los principales vasos sanguíneos encargados de la irrigación del timo cervical en toda su extensión. Esto es similar a lo descrito en fetos y neonatos de bovinos (Bombonato, 1982; Bombonato *et al*, 1986; Getty, 1982), fetos de búfalos (Machado *et al*, 2001), fetos y neonatos de caprinos (Getty, 1982; Silva y Bombonato, 1990; Bombonato *et al*, 2001), y fetos y neonatos de porcinos (Getty, 1982; Silva *et al*, 2007; Garcia *et al*, 2012); en neonatos de equinos, Getty (1982) describe muy generalmente que la irrigación es dada por las dos arterias carótidas comunes, pero Machado *et al* (1991) encontró que solo la arteria carótida común derecha lo irrigaba.

Las arterias tiroideas craneales derecha e izquierda, que nacen de su respectiva arteria carótida común, emiten una rama hacia el timo cervical craneal derecho e izquierdo respectivamente. Estos vasos sanguíneos irrigan la porción craneal de los timos cervicales craneales. Siendo semejante a lo descrito en fetos de bovinos (Bombonato, 1982; Bombonato *et al*, 1986), caprinos (Silva y Bombonato, 1990; Bombonato *et al*, 2001), y porcinos (Silva *et al*, 2007).

Las arterias tiroideas caudales derecha e izquierda, que nacen de su respectiva arteria carótida común, emiten una rama hacia el timo cervical craneal derecho e izquierdo respectivamente. Estos vasos sanguíneos irrigan la porción craneal de los timos cervicales craneales. Siendo comparable con lo descrito en fetos de caprinos (Silva y Bombonato, 1990; Bombonato *et al*, 2001) y porcinos (Silva *et al*, 2007).

De la superficie ventral del arco aórtico se emiten entre 2 y 3 ramas arteriales hacia la superficie caudal del timo torácico lo cual es comparable con los resultados obtenidos por López (1972) en alpacas adultas, quien describe que se emite una rama tímica desde el arco aórtico. En fetos de otros mamíferos herbívoros domésticos no se describe similares hallazgos.

En el mismo estudio de López (1972) se observó que la rama tímica puede provenir también de la arteria torácica interna, lo cual también está descrito en fetos y neonatos bovinos (Schwarze, 1981; Bombonato, 1982; Bombonato *et al*, 1986; Getty, 1982; Gloobe, 1989; I.C.V.G.A.N., 2017), búfalos (Machado *et al*, 2001), fetos de caprinos (Silva y Bombonato, 1990; Bombonato *et al*, 2001), fetos y neonatos de equinos (Schwarze, 1981; Machado *et al*, 1991; I.C.V.G.A.N., 2017), y en fetos y neonatos de porcinos (Drummond *et al*, 1996; Silva *et al*, 1999; Drummond *et al*, 2000; Gonçalves *et al*, 2000; Lima *et al*, 2011; Garcia *et al*, 2012; I.C.V.G.A.N., 2017), pero en el presente estudio realizado en fetos de alpacas tales hallazgos no fueron encontrados.

El tronco braquiocefálico emitió una o dos ramas hacia la superficie dorsal izquierda del timo torácico, siendo similar a lo descrito en fetos de bovinos (Bombonato, 1982; Bombonato *et al*, 1986), búfalos (Machado *et al*, 2001), caprinos (Silva y Bombonato, 1990; Bombonato *et al*, 2001), equinos (Machado *et al*, 1991), y porcinos (Drummond *et al*, 1996; Silva *et al*, 1999; Gonçalves *et al*, 2000; Lima *et al*, 2011).

A partir de la arteria subclavia izquierda una o dos ramas llegaban al timo torácico, siendo comparable con fetos de caprinos (Silva y Bombonato, 1990), fetos de equinos (Machado *et al*, 1991), y fetos de porcinos (Silva *et al*, 1999), además en los últimos Gonçalves *et al* (2000) solo halló que la arteria subclavia derecha emitía ramas hacia el timo, y Drummond *et al* (1996) y Lima *et al* (2011) encontraron que las dos arterias subclavias irrigaban la porción derecha e izquierda del timo torácico.

La anatomía macroscópica de las venas del timo en fetos de diferentes especies de mamíferos domésticos no ha sido estudiada, por lo cual el presente estudio proporciona información acerca de la anatomía vascular venosa del timo en fetos de alpacas.

Las venas yugulares externas derecha e izquierda, la vena cava craneal, y la vena costocervical izquierda son los vasos sanguíneos que emiten ramas venosas hacia el timo de fetos de alpaca para su respectivo drenaje sanguíneo. La vena yugular externa derecha emite entre 5 y 7 ramas hacia el timo cervical craneal derecho, y entre 4 y 6 ramas a la porción caudal del timo cervical caudal, en cambio la vena yugular externa izquierda emite entre 10 y 15 ramas hacia el timo cervical craneal izquierdo y a la totalidad del timo cervical caudal, siendo resultados corroborables con los presentes en neonatos de otros mamíferos domésticos los cuales se encuentran descritos en los manuscritos desarrollados por Schwarze (1981) y Getty (1982). En estos textos no se menciona sobre la rama que emite la vena cava craneal hacia el timo torácico en los neonatos de los diferentes

mamíferos domésticos, la cual si está presente en alpacas y esta única rama posteriormente se divide en otras 4 ramas. Tampoco hay mención en neonatos de mamíferos domésticos sobre la rama que genera la vena costocervical izquierda hacia el timo torácico, la cual está presente en fetos de alpacas y que posteriormente se ramifica en otras 2 ramas. Lo que sí se encuentra descrito es sobre las numerosas ramas que emite la vena torácica interna en los neonatos de las diferentes especies de mamíferos domésticos, pero que según la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (I.C.V.G.A.N., 2017) estas ramas venosas deben ser denominadas como venas tímicas.

Durante el muestreo no se llegó a obtener fetos con edades gestacionales mayores de 279 días, rango de tiempo que está comprendido al último tercio de gestación, periodo de alto crecimiento para todo feto mamífero; durante este proceso el timo aumentará de tamaño y seguirá su desarrollo durante la etapa neonatal (Tizard, 2013), con ello posiblemente otros vasos sanguíneos emitirán ramas arteriales y ramas venosas hacia el timo. Siendo el posible caso de las ramas arteriales que procederán de la arteria torácica interna y de las ramas venosas que procederán de la vena torácica interna descrita por varios autores, a su vez también se observará que arterias y venas emiten ramas arteriales y venosas respectivamente hacia el timo intermedio, las cuales no fueron observadas en el presente estudio.

VI. CONCLUSIONES

En los fetos de alpaca con edades gestacionales comprendidas entre 107 y 278 días se observó lo siguiente:

- El timo se encuentra formado por lóbulos, que son los siguientes: timo cervical craneal derecho, timo cervical craneal izquierdo, timo cervical caudal, timo intermedio, y timo torácico.
- Las arterias carótidas comunes derecha e izquierda emitieron cada una entre 8 y 15 ramas arteriales hacia los timos cervicales craneales derecho e izquierdo y hacia el timo cervical caudal. Además las arterias tiroideas craneales derecha e izquierda emitieron una rama arterial hacia su respectivo timo cervical craneal. Y las arterias tiroideas caudales derecha e izquierda emitieron una rama arterial hacia su respectivo timo cervical craneal.
- Ninguna arteria emitió ramas arteriales hacia el timo intermedio.
- El arco aórtico emitió entre 2 y 3 ramas arteriales hacia el timo torácico. Además el tronco braquiocefálico emitió 1 o 2 ramas arteriales hacia el mismo lóbulo. Y la arteria subclavia emitió entre 1 y 2 ramas arteriales hacia el lóbulo mencionado.
- Las venas yugulares externas derecha e izquierda emitieron cada una entre 10 y 15 ramas venosas hacia los timos cervicales craneales derecho e izquierdo y hacia el timo cervical caudal.
- Ninguna vena emitió ramas venosas hacia el timo intermedio.
- La vena cava craneal emitió una rama venosa hacia el timo torácico, a su vez esta rama se ramificó en otras 4 ramas. Además la vena costocervical izquierda emitió una rama venosa hacia el timo torácico, quien a su vez también se ramificó en 2 ramas.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el estudio de la anatomía macroscópica de arterias y venas del timo en fetos de alpaca con edades gestacionales de 60 a 106 días, y de 279 a 345 días para complementar la información obtenida con el presente estudio.

VIII. LITERATURA CITADA

1. **Arch E, Verduzco A, Paredes M, Contreras M, González M, Rueda E, Ruíz A. 2017.** Vascularización cerebral en el cobayo *Cavia porcellus*. Rev Electrón vet 18 (9). [Internet], [23 setiembre 2018]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090917/091771.pdf>
2. **Banks W. 1996.** Sistema linfático e inmunidad. En: Histología veterinaria aplicada. 1ª ed. México: Editorial El Manual Moderno. p. 415-418.
3. **Beard W, Lohse C, Robertson J. 1989.** Vascular anatomy of descending Colon of horse. Veterinary Surgery 18 (2): 130-134. doi: 10.1111/j.1532-950X.1989.tb01056.x
4. **Bombonato P. 1982.** Contribuição ao estudo da vascularização arterial do timo em fetos de bovinos azebuados. Tesis de maestria. São Paulo: Universidad de São Paulo. 57p.
5. **Bombonato P, Borelli V, Fernandes A. 1986.** Contribuição ao estudo da vascularização arterial do timo em fetos de bovinos de origem européia (*Bos taurus*). Rev Fac Med vet Zootec Univ S Paulo 23 (1): 31-38.
6. **Bombonato P, Santana M, Silva F, Severino R, Drummond S. 2001.** Irrigação do timo de fetos caprinos da raça Saanen: estudo comparativo. Braz J vet Res anim Sci São Paulo 38 (5): 203-208. doi:10.1590/S1413-95962001000500001
7. **Bravo, W. 2002.** The reproductive process of south american camelids. Salt Lake City: Seagull Printing. 100 p.
8. **Brenes E, Madrigal K, Perez F, Valladares K. 2001.** El clúster de los camélidos en el Perú: Diagnóstico competitivo y recomendaciones estratégicas. Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (INCAE). [Internet], [19 diciembre 2018]. Disponible en: http://infoalpacas.com.pe/wp-content/uploads/2013/12/cluster_camelidos_peru.pdf
9. **Brown E, Dellmann H. 1980.** Sistema linfático. En: Histología veterinaria. 1ª ed. Zaragoza: Editorial Acribia. p. 179-182.
10. **Bustinza G. 1961.** Estudio descriptivo de las arterias carótidas de la alpaca (*Lama Paco*). Tesis de Bachiller de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 49p.
11. **Carrasco L, Bautista M, Gómez J, Pallarés F, Sánchez J, Seva J. 2004.** Sistema inmunológico y linfático. En: Tratado de histología veterinaria. 1ª ed. Barcelona: Masson. p212-216.
12. **Cavero F, Fernández V. 2005.** Utilización del acrílico dental (metil metacrilato) como barra estabilizadora-conectora para reducciones cerradas en fracturas de tibia/peroné o radio/cúbito en caninos. Rev Inv Vet Perú 16 (1): 17-23.
13. **Climent S, Sarasa M, Muniesa P, Terrado J, Climent M. 2013a.** Embriología y anatomía veterinaria. Volumen I. 1ª ed. Zaragoza: Editorial Acribia. 463p.

14. **Climent S, Sarasa M, Latorre R, Muniesa P, Terrado J, Climent M. 2013b.** Embriología y anatomía veterinaria. Volumen II. 1ª ed. Zaragoza: Editorial Acribia. 492p.
15. **Drummond S, Silva F, Severino R, Martins A, Cardoso J, Okuda H, Gonsalves E. 2000.** Irrigation of the thoracic lobe of the thymus gland in swine foetuses and newborns of the Moura race. *Veterinária Notícias* 6 (2): 13-17.
16. **Dyce K, Sack W, Wensing C. 2012.** Anatomía veterinaria. 4ª ed. México: Editorial El Manual Moderno. 833p.
17. **Fernández S. 2005.** Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo de la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). [Internet], [18 diciembre 2018]. Disponible en: https://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia_archivos/situacion%20alpcas%20peru.pdf
18. **Fowler M. 2010.** Medicine and surgery of camelids. 3rd ed. Singapore: Wiley–Blackwell. p. 98.
19. **Garcia P, Silva F, Severino R, Drummond S, Ribeiro B, Mendes E, Silva M. 2012.** Thymus irrigation and morphology in hybrid Dalland and Penarlan pigs. *Biotemas* 25 (4): 207-213.
20. **Gartner L, Hiatt J. 2015.** Atlas en color y texto de histología. 6ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana. p. 204-205.
21. **Gazitua F, Corradini P, Ferrando G, Raggi L, Parraguez V. 2001.** Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). *Anim Reprod Sci* 66: 81-92. doi: 10.1016/S0378-4320(01)00083-5
22. **Getty R. 1982.** Sisson y Grossman. Anatomía de los animales domésticos. Tomo I y II. 5ª ed. Barcelona: Elsevier Masson. 2302p.
23. **Gloobe H. 1989.** Anatomía aplicada del bovino. 1ª ed. San José: IICA. 226p.
24. **Gonçalez P, Carneiro F, Severino R, Drummond S, Bombonato P, Machado G. 2000.** Arterial blood supply to the thoracic part of the thymus in swine fetuses of the Pietrain race. *Veterinária Notícias* 6 (2): 19-24.
25. **Hildebrand M. 1968.** Anatomical preparations. California: University of California Press. 100p.
26. **Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2013.** Resultados definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima-Perú. 62p.
27. **International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.). 2017.** Nomina Anatomica Veterinaria. 6th ed. Editorial Committee. 160p.
28. **Junqueira L, Carneiro J. 2015.** Sistema inmunitario y órganos linfáticos. En: *Histología básica. Textos y atlas*. 12ª ed. México: Editorial Médica Panamericana. p261-266.
29. **Kierszenbaum A, Tres L. 2015.** Sistema inmunitario – linfático. En: *Histología y biología celular: Introducción a la anatomía patológica*. 4ª ed. Barcelona: Elsevier España. p. 313 – 351.
30. **Köning HE, Liebich HG. 2004.** Veterinary anatomy of domestic mammals. 3rd ed. Stuttgart: Schattauer GmbH. 681p.

31. **Lima E, Carneiro F, Souto R, Nunes D, Lourenço T, Bombonato P, Oliveira B, Rodrigues A. 2011.** Artérias dos lobos torácicos do timo em fetos de suínos da linhagem camborough 22. *Ci Anim Bras Goiânia*: 12 (4): 687-692. doi: 10.5216/cab.v12i4.3365
32. **López E. 1972.** Arteria aorta (ascendente, arco aórtico y torácica) y sus colaterales de la alpaca (*Lama pacos*). Tesis de Bachiller de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 19p.
33. **Machado G, Peduti J, Silva F, Neves M. 1991.** Sobre a origem e o número dos ramos arteriais destinados ao timo, em fetos de eqüinos S.R.D. *Braz J vet Res anim Sci São Paulo* 28 (2): 125-129.
34. **Machado G, Romagnolli P, Gonçalves P, Parizzi A. 2001.** The morphology of the thymus in buffalo fetuses (*Bubalus bubalis*): shape location and arterial supply. *Arch Vet Sci* 6 (1): 25-30. doi: 10.5380/avs.v6i1.3910
35. **Martín C, Pinto C, Cid M. 2010.** Camélidos sudamericanos: Estado sanitario de sus crías. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 4 (1): 37-50.
36. **Montenegro J. 2006.** Caracterización histológica del timo en fetos de alpaca. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 64p.
37. **Noden D, De Lahunta A. 1990.** Embriología de los animales domésticos. 1ª ed. Zaragoza: Editorial Acribia. 399p.
38. **Olivares R, Labra P, Adaro L. 2016.** Técnicas anatómicas y métodos de conservación en anatomía veterinaria. *Tecno Vet* 11 (3): 27-31.
39. **Pezo D. 2010.** Geografía de la producción de alpacas por pequeños productores en Perú. En: *Sanidad de alpacas en la etapa neonatal. Manual para estudiantes y profesionales de veterinaria*. 1ª ed. Madrid: Editorial Complutense.
40. **Pinto C, Martín C, Cid M. 2010.** Camélidos sudamericanos: Clasificación, origen y características. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 4 (1): 23-36.
41. **Popesko P. 1998a.** Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos. Tomo I. 2ª ed. Barcelona: Masson. 211p.
42. **Popesko P. 1998b.** Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos. Tomo II. 2ª ed. Barcelona: Masson. 194p.
43. **Rosadio R. 2010.** Mortalidad neonatal en alpacas. En: *Sanidad de alpacas en la etapa neonatal. Manual para estudiantes y profesionales de veterinaria*. 1ª ed. Madrid: Editorial Complutense.
44. **Schwarze E. 1981.** Compendio de anatomía veterinaria. Tomo III. Aparato circulatorio y piel. 1ª ed. Zaragoza: Editorial Acribia. 247 p.
45. **Silva F, Bombonato P. 1990.** Suprimento arterial do timo em fetos de caprinos SRD. *Braz J vet Res anim Sci São Paulo* 27 (1): 9-16.

46. **Silva F, Machado G, Severino R, Drummond S, Santos A, Bombonato P, Rezende R. 1999.** Suprimento arterial para o lobo torácico do timo em fetos de suínos sem raça definida. Arq Ciênc Saúde Unipar 3 (1): 3-8.
47. **Silva F, Rafael E, Severino R, Drummond S, Bombonato P. 2007.** Vascularização arterial dos lobos cervicais do timo em fetos de suínos da linhagem C40. Pesq Vet Bras 27 (6): 246-250.
48. **Shively M. 1987.** Anatomía veterinaria. Básica, comparativa y clínica. 1ª ed. México: Editorial El Manual Moderno. 391p.
49. **Tizard I. 2013.** Organs of the immune system. En: Veterinary Immunology. 9th ed. China: Elsevier. p113-126.
50. **Valentich M, Serra H. 2008.** El Sistema inmunitario. En: Histología y embriología del ser humano. Bases celulares y moleculares. 4ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana. p250-252.
51. **Vega F. 1995.** Riñón. Timo. Prostaglandinas. En: Fisiología Veterinaria. 1ª ed. Madrid: McGRAW-HILL. p801-804.
52. **Vera O. 1975.** Estudio anátomo-descriptivo de la vena yugular externa de la alpaca (*Lama pacos*). Tesis de Bachiller de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 42p.
53. **Young B, O'Dowd G, Woodford P. 2014.** Sistema inmunitario. En: Wheater. Histología funcional. 6ª ed. Barcelona: Elsevier España. p. 197-223.

APÉNDICE

ANEXO 1. PROTOCOLO DE LA TÉCNICA ANATÓMICA DE REPLECIÓN VASCULAR

DESCONGELACIÓN DEL ESPÉCIMEN

1. El espécimen se retira de la congeladora y es colocado en un recipiente con agua potable, se deja hasta el día siguiente en un ambiente protegido de la luz solar directa.
2. De ser posible, debe cambiarse el agua del recipiente.
3. Al día siguiente se coloca el espécimen en la mesa de trabajo.

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN

4. Diseccionar el cordón umbilical.
5. Identificar las arterias umbilicales y venas umbilicales.
6. Canular una arteria umbilical y vena umbilical. Debe utilizarse un material que tenga el grosor adecuado para cada vaso sanguíneo a fin de estabilizarlo correctamente, y que a su vez no dañe las paredes de los vasos sanguíneos.
7. Realizar la perfusión de agua oxigenada al 3% por la arteria umbilical o vena umbilical.
8. Ligar de la otra arteria umbilical y las dos venas umbilicales.

PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE RESINA ACRÍLICA CON TINTA CHINA ROJA

9. Calcular el 8% del peso del espécimen, y luego se multiplica por 1000. Expresar el resultado en mililitros (ml). Dividirlo por 2.
10. Colocarse nuevos guantes, respirador y gafas de seguridad.
11. En un vaso de precipitado (RECIPIENTE A) colocar 1/4 de acrílico autocurable polvo (Vitacron+®) respecto del volumen obtenido al inicio.
12. En otro vaso de precipitado (RECIPIENTE B) colocar 3/4 de acrílico autopolimerizante líquido (Vitacril®) respecto del volumen obtenido al inicio.
13. El volumen obtenido al inicio es dividido entre 2, este resultado representa el total de gotas de tinta china roja a adicionar al RECIPIENTE B.
14. Se adiciona el contenido del RECIPIENTE A en el RECIPIENTE B.
15. Homogenizar con suavidad la mezcla obtenida.

REPLECIÓN VASCULAR DE LAS ARTERIAS

16. Realizar la perfusión de la mezcla obtenida lo más rápido posible por la arteria umbilical canulada.

17. Ligar la arteria trabajada.

PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE RESINA ACRÍLICA CON TINTA CHINA AZUL

18. Repetir los pasos del 9 al 15, todo lo referido a tinta china rojo cambiar y usar por tinta china azul.

REPLECIÓN VASCULAR DE LAS VENAS

19. Realizar la perfusión de la mezcla obtenida lo más rápido posible por la vena umbilical canaluda.
20. Ligar la vena trabajada.

CONSERVACIÓN DEL ESPÉCIMEN TRABAJADO

21. Sumergir el espécimen trabajado en un recipiente con formol al 10%. Dejarlo hasta el día siguiente para su posterior disección.